

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
1. April 2004 (01.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/027530 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **G05B 19/042**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/010285

(22) Internationales Anmeldedatum:  
16. September 2003 (16.09.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 43 088.8 16. September 2002 (16.09.2002) DE

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): KNOEFLER, Eckhard [DE/DE]; Kirchenweinbergstrasse 97, 71672

Marbach (DE). LANG, Tobias [DE/DE]; Rosenweg 10, 71737 Kirchberg (DE). FINK, Peter [DE/DE]; Wederner Strasse 2, 66687 Wadern-Wedern (DE). LUNT, Martin [DE/DE]; Pappelweg 9, 71706 Markgroeningen (DE). ILLG, Bernd [DE/DE]; Geranienstrasse 7/1, 75031 Eppingen (DE). HAFNER, Arno [AT/DE]; Hauptstrasse 29, A-2371 Hinterbruehl (AT).

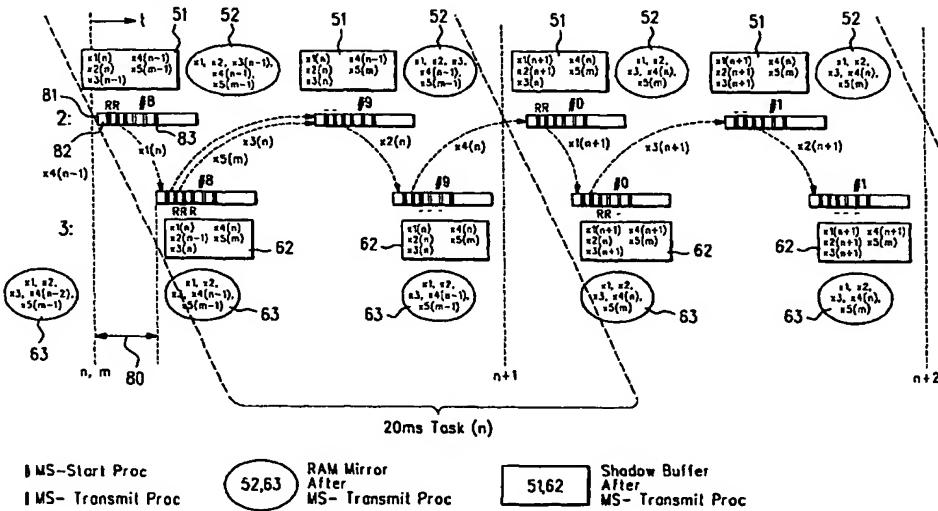
(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND COMPUTER SYSTEM FOR OPERATING AT LEAST TWO INTERCONNECTED CONTROL DEVICES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND RECHNERSYSTEM ZUM BETREIBEN VON MINDESTENS ZWEI MITEINANDER VERBUNDENEN STEUERGERÄTEN



(57) Abstract: The invention relates to a method and a computer system for operating at least two interconnected control devices (2, 3) which access sensor-related data (x1, ... x5) and respectively process at least one computer program for controlling operation cycles, particularly in a vehicle. The control devices (2, 3) exchange synchronization information among each other. In order to configure and further develop a computer system in such a way that even particularly complex operation cycles which occur in a modern motor vehicle, for example, can be controlled and/or regulated in a simple and inexpensive manner by means of conventional control devices (2, 3) with the aid of said computer system, the control devices (2, 3) process the same computer program in a synchronous manner with an adjustable delay (80).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**WO 2004/027530 A1**



eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

---

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein Rechnersystem zum Betreiben von mindestens zwei miteinander verbundenen Steuergeräten (2, 3). Die Steuergeräte (2, 3) greifen auf Sensorikdaten (x1, ... x5) zu und arbeiten jeweils mindestens ein Computerprogramm zur Steuerung von Betriebsabläufen, insbesondere in einem Fahrzeug, ab. Die Steuergeräte (2, 3) tauschen untereinander Synchronisationsinformationen aus. Um ein Rechnersystem derart auszustalten und weiterzubilden, dass mit Hilfe des Rechnersystems auch besonders komplexe Betriebsabläufe, wie sie beispielsweise in einem modernen Kraftfahrzeug auftreten, auf einfache und kostengünstige Weise mit herkömmlichen Steuergeräten (2, 3) steuern und/oder regeln zu können, wird vorgeschlagen, dass die Steuergeräte (2, 3) das gleiche Computerprogramm zeitsynchron mit einem einstellbaren Zeitversatz (80) abarbeiten.

5

10    Verfahren und Rechnersystem zum Betreiben von mindestens  
zwei miteinander verbundenen Steuergeräten

15    Stand der Technik

15    Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum  
Betreiben von mindestens zwei miteinander verbundenen  
Steuergeräten. Die Steuergeräte greifen auf Sensorikdaten  
zu und arbeiten jeweils mindestens ein Computerprogramm zur  
20    Steuerung von Betriebsabläufen, insbesondere in einem  
Fahrzeug, ab. Die Steuergeräte tauschen  
Synchronisationsinformationen aus.

25    Die Erfindung betrifft außerdem ein Rechnersystem umfassend  
mindestens zwei miteinander verbundene Steuergeräte und ein  
die Steuergeräte verbindendes Datenübertragungsmedium zum  
Austausch von Synchronisationsinformationen zwischen den  
Steuergeräten. Die Steuergeräte greifen auf Sensorikdaten  
zu und arbeiten jeweils mindestens ein Computerprogramm zur  
30    Steuerung von Betriebsabläufen, insbesondere in einem  
Fahrzeug, ab. Das Datenübertragungsmedium kann auch zur  
Übertragung von reinen Nutzdaten dienen. Die Übertragung  
der Daten selbst kann als Synchronisationsinformation  
herangezogen werden.

35

Aus dem Kraftfahrzeugbereich ist es bekannt verschiedene Betriebsabläufe in einem Kraftfahrzeug mit Hilfe von Steuergeräten zu steuern und/oder zu regeln. Die zu steuernden bzw. regelnden Betriebsabläufe umfassen

5 beispielsweise den Betrieb einer Brennkraftmaschine (Momentenregelung, Drehzahlregelung, Regelung der Einspritzzeit, etc), einer elektronischen Lenkung (Steer-by-Wire), einer elektronischen Bremse (Brake-by-Wire) oder anderer X-by-Wire-Systeme, den Betrieb von

10 sicherheitsrelevanten Funktionen (Fahrstabilitätsregelungen, Antiblockiersystem für die Bremsen, Antischlupfregelung, Aktivlenkung, aktive Dämpferregelung, etc.) sowie Komfortfunktionen (Klimatisierung, elektrische Sitz-, Spiegel- oder

15 Lenkradverstellung, elektrische Fensterheber, Schiebedach, etc.).

Mit zunehmender Komplexität der zu steuernden bzw. regelnden Betriebsabläufe steigt auch die Komplexität der

20 auf den Steuergeräten zur Erfüllung der Steuerungs- bzw. Regelungsfunktion ablaufenden Computerprogramme, was letztendlich auch zu höheren Anforderungen an die Steuergeräte-Hardware führt. Insbesondere müssen zur Erfüllung der Steuerungs- bzw. Regelungsfunktion immer mehr

25 Sensorsignale verarbeitet werden, die dem Steuergerät über Eingänge von Sensoren zur Verfügung gestellt werden. Die Anzahl der Eingänge eines Steuergeräts ist jedoch begrenzt. Um die Steuerung bzw. Regelung von modernen, komplexen Betriebsabläufen zu ermöglichen, müssten deshalb

30 Steuergeräte mit einer größeren Anzahl an Eingängen entwickelt und vertrieben werden. Die Entwicklung neuer Steuergeräte ist jedoch aufwendig und kostenintensiv. Durch neu entwickelte Steuergeräte würde die Vielfalt an verschiedenen Steuergeräten ansteigen und die Stückzahlen

35 der einzelnen Steuergeräte würden geringer, was ebenfalls

mit zusätzlichen Kosten für Steuergeräte verbunden wäre.

Insbesondere im Kraftfahrzeugbereich sind jedoch geringe Kosten und damit verbundene standardisierte Bauteile und 5 hohe Stückzahlen von großer Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit von Bauteilen.

Bereits heutzutage weisen herkömmliche Standard-Steuergeräte Stecker mit weniger Polen auf als für komplexe 10 Betriebsabläufe in Kraftfahrzeugen eigentlich erforderlich wären. Aus den oben beschriebenen Gründen werden auf absehbare Zeit jedoch keine neuen Steuergeräte mit Steckern mit mehr Polen zur Verfügung stehen. Es gilt also, andere 15 Möglichkeiten zu finden, mit Standard-Steuergeräten moderne, komplexe Betriebsabläufe zu steuern und/oder zu regeln.

Aus dem Bereich der Informationstechnik ist es zur 20 Steigerung der Rechnerkapazitäten bekannt, mehrere Rechner (beispielsweise sogenannte PCs, Personal Computer) mittels eines Datenübertragungsmediums zu einem Rechnersystem miteinander zu verknüpfen. Das Datenübertragungsmedium kann eine Funkverbindung, eine optische Verbindung oder eine leitungsgebundene Verbindung sein. Über das 25 Datenübertragungsmedium können Daten und Informationen nach beliebigen Protokollen übertragen werden. Auf den Rechnern solcher verteilter Rechnersysteme laufen verschiedene Computerprogramme mit unterschiedlichen Funktionen ab. Die Abläufe auf den einzelnen Rechnern werden durch eine 30 übergeordnete Einheit oder durch einen Rechner (sogenannten Master) des Rechnersystems koordiniert. Zu diesem Zweck ist es möglich, dass der Master Synchronisationsinformationen über das Datenübertragungsmedium an die anderen Rechner (sogenannte Slaves) übermittelt. Mit den verteilten 35 Rechnersystemen ist es möglich, sehr flexibel eine größere

Rechnerkapazität hinsichtlich Rechenleistung und Speicherkapazität zu erzielen. Die größere Anzahl an Eingängen und/ oder Ausgängen des Rechnersystems gegenüber den einzelnen Rechnern spielt dabei keine Rolle. Darüber

5 hinaus werden an einem Rechner des Rechnersystems eingehende Eingangssignale nicht unbedingt auch an anderen Rechnern benötigt und deshalb von dem einen Rechner auch nicht an die übrigen Rechner übertragen. Das ergibt daraus, dass auf den Rechnern verschiedene Computerprogramme  
10 ablaufen, die in der Regel unterschiedliche Eingangssignale benötigen.

Ausgehend von dem eingangs beschriebenen Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein

15 Rechnersystem derart auszustalten und weiterzubilden, dass mit Hilfe des Rechnersystems auch besonders komplexe Betriebsabläufe, wie sie beispielsweise in einem modernen Kraftfahrzeug auftreten, auf einfache und kostengünstige Weise mit herkömmlichen Steuergeräten steuern und/oder  
20 regeln zu können.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird ausgehend von dem Verfahren der eingangs genannten Art vorgeschlagen, dass die Steuergeräte das gleiche Computerprogramm zeitsynchron mit  
25 einem einstellbaren Zeitversatz abarbeiten.

#### Vorteile der Erfindung

30 Gemäß der vorliegenden Erfindung werden mehrere Steuergeräte mittels eines Datenübertragungsmediums zu einem Rechnersystem verknüpft. Dabei steht weniger eine Steigerung der Rechenkapazität als vielmehr eine Erhöhung der Anzahl der verfügbaren Eingänge zur Übermittlung von  
35 Sensorikdaten an die Steuergeräte im Vordergrund. Auf allen

Steuergeräten des Rechnersystems werden die gleichen Computerprogramme abgearbeitet, das heißt die Steuergeräte benötigen die gleichen Eingangssignale (Sensorikdaten) um die zur Erfüllung der Steuerungs- und/oder

5 Regelungsfunktion erforderlichen Berechnungen ausführen zu können. Erfindungsgemäß werden aber nicht alle Sensoriksignale über die Eingänge an alle Steuergeräte geführt. Vielmehr wird die Gesamtheit der von den Computerprogrammen benötigten und zur Verfügung stehenden  
10 Sensorikdaten auf die einzelnen Steuergeräte des Rechnersystems aufgeteilt. Von diesem Steuergerät werden die Sensorikdaten dann über das Datenübertragungsmedium an die anderen Steuergeräte des Rechnersystems übertragen, damit sie auch dort zur Verfügung stehen.

15 Die Computerprogramme in den einzelnen Steuergeräten werden synchron, vorzugsweise zeitsynchron, das heißt in streng vorgegebenen Zeitscheiben, abgearbeitet. Allerdings erfordert die Übertragung der Sensorikdaten über das  
20 Datenübertragungsmedium Zeit, während die die Sensorikdaten noch nicht in allen Steuergeräten zur Verfügung stehen. Außerdem stehen die Sensorikdaten nicht an allen Steuergeräten zeitgleich zur Verfügung, da die Übertragung der Sensorikdaten unterschiedlich viel Zeit erfordert. Die  
25 erforderliche Zeitdauer hängt beispielsweise ab von der Entfernung zwischen sendendem und empfangenden Steuergerät, von der Auslastung des Datenübertragungsmediums oder von Störungen, welche die Datenübertragung beeinträchtigen können. Aus der Forderung nach Datenkonsistenz in den  
30 Steuergeräten des Rechnersystems und um der Zeitverzögerung aufgrund der Übertragung der Sensorikdaten Rechnung zu tragen, werden die Steuergeräte des Rechnersystems mit einem zeitlichen Versatz betrieben und die Computerprogramme in den Steuergeräten erst nach Ablauf  
35 einer einstellbaren Totzeit nach dem Beginn einer

Zeitscheibe abgearbeitet. Die Totzeit wird zum Austausch der Sensorikdaten und eventuell auch anderer Daten und Informationen zwischen den Steuergeräten genutzt. Der Zeitversatz ist entweder absolut, das heißt bezogen auf ein  
5 übergeordnetes Zeitraster für alle Steuergeräte des Rechnersystems gleich groß, oder aber es handelt sich um einem relativen Zeitversatz, das heißt es handelt sich um einen Zeitversatz einzelner Steuergeräte relativ zueinander. In der Regel wird es sich um einen relativen  
10 Zeitversatz zwischen einem Master-Steuergerät und Slave-Steuergeräten des Rechnersystems sowie zwischen den Slave-Steuergeräten untereinander handeln.

In einem Rechnersystem, bei dem die Steuergeräte über uni-  
15 direktionale Datenübertragungsmittel miteinander in Verbindung stehen, ist die für die Datenübertragung erforderliche Zeit in etwa doppelt so groß wie bei einem Rechnersystem mit bi-direktionalen Übertragungsmitteln. Am Beispiel eines Rechnersystems mit zwei Steuergeräten soll  
20 der Zeitversatz verdeutlicht werden: Beide Steuergeräte empfangen individuelle Sensorikdaten. Anschließend überträgt das erste Steuergerät die von den Sensoren empfangenen Daten an das zweite Steuergerät. Dort stehen nun die von den Sensoren direkt empfangenen Sensorikdaten  
25 sowie die von dem ersten Steuergerät empfangen Sensorikdaten zur Verfügung, so dass bereits mit der anstehenden Zeitscheibe und der Abarbeitung des Computerprogramms begonnen werden kann. Nach dem Empfang der Sensorikdaten überträgt das zweite Steuergerät  
30 seinerseits die von den Sensoren empfangen Sensorikdaten an das erste Steuergerät, wo nun mit einer Zeitverzögerung relativ zu dem ersten Steuergerät mit der anstehenden Zeitscheibe und der Abarbeitung des Computerprogramms begonnen werden kann. Es versteht sich, dass die von den  
35 beiden Steuergeräten berechneten Ergebnisse, beispielsweise

Ansteuersignale für Aktoren, zunächst in einem Zwischenspeicher zwischengespeichert werden müssen, um dann gemeinsam ausgelesen zu werden und die Aktoren zeitgleich damit zu beaufschlagen.

5

Die Erfindung hat darüber hinaus den Vorteil, dass für die Steuerung- und/oder Regelung von komplexen Betriebsabläufen, wie sie beispielsweise in Kraftfahrzeugen in zunehmendem Maße vorliegen, Standard-Steuergeräte mit weniger Eingängen als Sensorikdaten, die zur Verfügung

10 stehen und zur Erfüllung der Steuerungs- bzw.

Regelungsfunktion zu verarbeiten sind, eingesetzt werden können. Durch die Verknüpfung der Steuergeräte zu dem Rechnersystem werden für die einzelnen Steuergeräte

15 praktisch weitere zusätzliche Eingänge emuliert. Durch den Einsatz von Standard-Steuergeräten können die Kosten auch für die Steuerung und/oder Regelung auch von komplexen Betriebsabläufen niedrig gehalten werden.

20 Falls die Sensorikdaten jeweils nur an einem einzigen Steuergerät angelegt werden, kann durch die vorliegende Erfindung auch die Datenkonsistenz gewahrt und sichergestellt werden, dass alle Steuergeräte des Rechnersystems tatsächlich die selben Daten zur Verfügung

25 haben. Würden die analogen Sensorikdaten an mehrere Steuergeräte des Rechnersystems angelegt werden, könnten unterschiedliche Grenzen für die in den Steuergeräten ausführten A/D- (Analog-Digital-) Wandlungen dazu führen, dass in den Steuergeräten unterschiedliche digitale Werte

30 für die Sensorikdaten vorliegen, wodurch eine Datenkonsistenz nicht mehr gegeben wäre. Dies kann durch die vorliegende Erfindung verhindert werden, da jedes Sensorikdatum nur von einem einzigen Steuergerät empfangen und dort A/D-gewandelt wird.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass in den Steuergeräten die selben Sensorikdaten zur Verfügung stehen. Die Übertragung der Sensorikdaten zwischen den Steuergeräten erfolgt also

5 derart, dass nach der Übertragung der Sensorikdaten in allen Steuergeräten die selben Sensorikdaten vollständig zur Verfügung stehen. Dabei haben gleiche Sensorikdaten in den verschiedenen Steuergeräten identische Werte.

10 Die Tatsache, dass alle Steuergeräte die gleichen Computerprogramme abarbeiten und anhand identischer Sensorikdaten die gleichen Berechnungen ausführen und bei funktionsfähigen Steuergeräten beziehungsweise fehlerfrei arbeitenden Computerprogrammen zu den gleichen Ergebnissen 15 kommen müssten, kann für eine Funktionsüberwachung von Hardware und/oder Software eingesetzt werden. Dies kann beispielsweise durch einen Vergleich der ermittelten Ergebnisse oder durch eine Mehrheitsauswahl (n aus m Auswahl, wobei n < m) erfolgen.

20

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Steuergeräte jeweils nur einen Teil aller Sensorikdaten von Sensoren erhalten und die Steuergeräte Sensorikdaten austauschen, so dass in jedem 25 Steuergerät alle Sensorikdaten zur Verfügung stehen. Mit dieser Ausführungsform werden für die einzelnen Steuergeräte praktisch weitere zusätzliche Eingänge emuliert, so dass trotz des Einsatzes von Standard-Steuergeräten (mit einer beschränkten Anzahl an Eingängen 30 für Sensoriksignale) auch komplexe Betriebsabläufe (unter Verarbeitung von mehr Sensoriksignalen als ein einzelnes Steuergerät Eingänge hat) gesteuert und/oder geregelt werden können. Dadurch können die Kosten auch für die Steuerung und/oder Regelung auch von komplexen 35 Betriebsabläufen niedrig gehalten werden.

Vorteilhafterweise wird der Zeitversatz in Abhängigkeit von der für den Austausch der Sensorikdaten zwischen den Steuergeräten benötigten Zeitdauer eingestellt. Der

5 Zeitversatz, mit dem die Steuergeräte die Computerprogramme abarbeiten, kann vor dem Betrieb des Rechnersystems vorab eingestellt werden. Vorzugsweise wird der Zeitversatz jedoch während des Betriebs der Steuergeräte, also während der Laufzeit des Rechnersystems, eingestellt.

10

Gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass der Zeitversatz in Abhängigkeit von der für den Austausch der Sensorikdaten zwischen den Steuergeräten benötigten

15 Zeitdauer geregelt wird. Mit Hilfe der Regelung wird sichergestellt, dass der Zeitversatz stets möglichst klein ist, und andererseits aber auch, dass der Zeitversatz nicht zu klein gewählt wird, so dass mit der Abarbeitung der Computerprogramme bereits begonnen wird, obwohl die

20 Sensorikdaten noch nicht in allen Steuergeräten zur Verfügung stehen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass der Zeitversatz in Abhängigkeit von der für den Austausch der Sensorikdaten zwischen den Steuergeräten benötigten Zeitdauer gedämpft eingestellt bzw. geregelt wird. Die Dämpfung wird beispielsweise realisiert, indem der Zeitversatz beziehungsweise eine Zeitscheibe erst dann verkürzt wird, wenn sich mehrmals hintereinander gezeigt hat, dass der Zeitversatz eigentlich zu groß eingestellt ist und die Datenübertragung bereits deutlich vor Ablauf des Zeitversatzes abgeschlossen war. Nicht jede Veränderung der Übertragungsdauer führt also sofort und unmittelbar zu einer Veränderung des Zeitversatzes. Durch diese Maßnahme wird praktisch der Jitter der Übertragungsdauer gedämpft.

Schließlich wird vorgeschlagen, dass die Synchronisation der Steuergeräte allein durch den Austausch von Nutzdaten über die Datenübertragungsmittel ohne die Übertragung 5 gesonderter Synchronisationsinformationen ausgeführt wird. Hierbei geht es insbesondere um die Low-Level-Synchronisation. Dies ist ein sich selbst optimierender zeitlicher Versatz zwischen Master und Slaves (relativ zum Master). Demgegenüber ist eine High-Level-Synchronisation 10 die Synchronisation des Multiplexers zur Herstellung von Datenkonsistenz in den jeweiligen Rechenrastern (Master-MUX = Slave-MUX). Gemäß des vorgeschlagenen Verfahrens ist es beispielsweise denkbar, dass in den Botschaften, die über die Datenübertragungsmittel übermittelt werden außer den 15 Nutzdaten auch ein Zeitscheibenzähler (TaskCounter) als Schedulinginformation enthalten ist.

Als eine andere Lösung der Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird ausgehend von dem Rechnersystem der eingangs 20 genannten Art vorgeschlagen, dass die Steuergeräte das gleiche Computerprogramm zeitsynchron mit einem durch Einstellmittel einstellbaren Zeitversatz abarbeiten.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung wird vorgeschlagen, 25 dass eines der Steuergeräte als Master-Steuergerät und die übrigen Steuergeräte als Slave-Steuergeräte definiert sind, wobei das Master-Steuergerät Synchronisationsinformationen an die Slave-Steuergeräte übermittelt. Die Übertragung der Synchronisationsinformationen erfolgt vorzugsweise 30 ebenfalls über die Datenübertragungsmittel. Das Master-Steuergerät gibt ein festes zeitsynchrones Zeitraster vor, nach dem sich die Slave-Steuergeräte richten müssen. Die an sich gleichen Computerprogramme für Master-Steuergerät und Slave-Steuergerät werden lediglich durch ein Steuergeräte-

Kodierpin im Kabelbaum auf den Betrieb im Master oder im Slave eingestellt.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird  
5 vorgeschlagen, dass sich die Slave-Steuergeräte nach dem Hochfahren des Rechnersystems automatisch auf die Zeitbasis des Master-Steuergeräts aufsynchronisieren. Das bedeutet, dass einige Zeit (z.B. 10 ms) nach dem Hochfahren des Rechnersystems (Neustart z.B. nach dem Einschalten des  
10 Systems oder nach dem Auftreten eines Fehlers), nachdem der Synchronisationsprozess abgeschlossen ist, in den Slaves zeitsynchron die gleichen Zeitscheiben gestartet werden wie in dem Master. Allerdings kann in den einzelnen Steuergeräten ein unterschiedlicher Zeitversatz eingestellt  
15 sein, so dass die Steuergeräte zu unterschiedlichen Zeitpunkten mit der Abarbeitung der Computerprogramm beginnen können, obwohl sie zeitsynchron arbeiten. Die Übertragung der für die Synchronisation erforderlichen Informationen erfolgt über die Datenübertragungsmittel.  
20

Der zeitsynchronen Abarbeitung der Computerprogramme kann ein winkelsynchrones Zeitraster überlagert sein, durch das beispielsweise sichergestellt werden kann, dass von dem Drehwinkel der Kurbelwelle abhängige Berechnungen  
25 unabhängig von dem zeitsynchronen Zeitraster auf jeden Fall rechtzeitig ausgeführt werden können. Das winkelsynchrone Zeitraster kann beispielsweise mittels Interrupt-Befehlen realisiert werden. Botschaften, die im winkelsynchronen Zeitraster über die Datenübertragungsmittel übertragen  
30 werden haben eine besonders hohe Priorität.

Es wird vorgeschlagen, dass an die Steuergeräte jeweils nur ein Teil der Sensoren angeschlossen ist, dass die Steuergeräte jeweils nur einen Teil aller Sensorikdaten  
35 erhalten und dass die Steuergeräte über das

Datenübertragungsmedium Sensorikdaten austauschen, so dass in jedem Steuergerät alle Sensorikdaten zur Verfügung stehen.

5 Vorzugsweise sind in den einzelnen Steuergeräten Mittel vorgesehen, um mit der zeitsynchronen Abarbeitung der Computerprogramme unter Zugriff auf die Sensorikdaten so lange zu warten, bis in jedem Steuergerät alle aktuellen Sensorikdaten zur Verfügung stehen. Dies müssen nicht  
10 unbedingt die zuletzt eingelesenen Sensorikdaten sein, sondern können auch die Daten einer vorangegangenen Zeitscheibe sein. Wichtig ist jedoch, dass alle zur Verfügung stehenden Sensorikdaten gleich alt sind, das heißt aus der gleichen Zeitscheibe stammen. Wenn die Daten  
15 aus einer vergangenen Zeitscheibe stammen, ist die Datenverarbeitung durch die Computerprogramme etwas zeitverzögert. Dies führt in der Praxis jedoch zu keinerlei Nachteilen, da es sich in der Regel nur um wenige Millisekunden Verzögerung handelt. Die Stabilität von  
20 Regelungen ist trotz der geringen Zeitverzögerung gewährleistet.

Gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass jedes Steuergerät  
25 unterteilt ist in eine Hardware-Ebene, eine Hardwaretreiber-Ebene und eine Anwendungssoftware-Ebene, wobei das Computerprogramm zur Steuerung von Betriebsabläufen in der Anwendungssoftware-Ebene abläuft und die Übertragung der Sensorikdaten unabhängig von der  
30 Anwendungssoftware-Ebene in der Hardwaretreiber-Ebene abläuft. Die vorliegende Erfindung betrifft also im wesentlichen die Hardwaretreiber-Ebene, in der das Senden und Empfangen über die Datenübertragungsmittel sowie das Zwischenspeichern der Sensorikdaten in den Steuergeräten  
35 implementiert ist. Die Anwendungssoftware greift nur auf

die Zwischengespeicherten Sensorikdaten zu, unabhängig davon, ob es sich um unmittelbar von Sensoren empfangene Sensorikdaten oder um mittelbar von anderen Steuergeräten über die Datenübertragungsmittel empfangene Sensorikdaten 5 handelt. Auch das Einstellen bzw. Regeln des Zeitversatzes ist in der Hardwaretreiber-Ebene implementiert.

Im Gegensatz dazu war es bei bisherigen Mehrrechner-Konzepten üblich, die einzelnen Steuergeräte des 10 Rechnersystems auf der Funktionsebene miteinander zu vernetzen, das heißt die Master Slave Datenbus Kopplung war auf der Funktionsebene. Das führte dazu, dass die Datenbus-Auslegung stark abhängig von der Basisfunktionalität des Systems war. Bei einer Änderung der Anwendungssoftware 15 musste das Datenbus-Layout immer angepasst werden. Das kann mit der vorliegenden Erfindung verhindert werden. Selbst bei einer Änderung der Basisfunktionalität kann ein stabiles Datenbus-Layout sichergestellt werden.

20 Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass die Sensoren den Steuergeräten derart zugeordnet und an den ihnen jeweils zugeordneten Steuergeräten angeschlossen sind, dass sich während des Betriebs des Rechnersystems auf dem Datenübertragungsmedium 25 in beide Übertragungsrichtungen eine im zeitlichen Mittel im wesentlichen gleichmäßige Auslastung ergibt. Natürlich wird dieses Merkmal mit zunehmender Anzahl an Steuergeräten schwieriger zu realisieren sein. Bei der Auslegung des Rechnersystems wird jedoch darauf geachtet, dass die 30 Steuergeräte in etwa gleich oft Sensorikdaten senden wie sie Sensorikdaten empfangen. Wird dies nicht beachtet, kann dies zu längeren Übertragungszeiten für die Sensorikdaten und zu einem längeren Zeitverzug führen als eigentlich erforderlich wäre.

Die Datenübertragung über das Datenübertragungsmedium kann beliebigen Protokollen erfolgen. Denkbar ist beispielsweise der Einsatz des FireWire-, des ByteFlight-, des FlexRay-, des TTP (Time Triggered Protocol) oder des LIN (Local Interconnect Network)-Protokolls. Vorteilhafterweise erfolgt die Datenübertragung jedoch über das Datenübertragungsmedium nach dem CAN (Controller Area Network)-Protokoll.

10

#### Zeichnungen

Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung. Es zeigen:

Figur 1 ein erfindungsgemäßes Rechnersystem umfassend zwei über einen Datenbus miteinander vernetzte Steuergeräte gemäß einer bevorzugten Ausführungsform;

Figur 2 verschiedene gedankliche Steuergeräte-Ebenen eines Steuergeräts gemäß der vorliegenden Erfindung;

Figur 3 ein Systembild eines erfindungsgemäßen Rechnersystems mit der eingesetzten Sensorik und

Aktorik gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform;

Figur 4 einen Zustandsautomat zur Synchronisierung der Zeitscheiben in einem Slave-Steuergerät des erfindungsgemäßen Rechnersystems;

5 Figur 5 ein erfindungsgemäße Rechnersystem zur Verdeutlichung der Botschafts- und  
10 Signalspeicherung;

15 Figur 6 ein Systembild eines erfindungsgemäßen Rechnersystems mit der eingesetzten Sensorik und Aktorik gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform;

20 Figur 7 Diagramm mit der Aufteilung und Abarbeitung der Zeitscheiben in einem erfindungsgemäßen Rechnersystem; und

25 Figur 8 Signalverläufe in einem erfindungsgemäßen Rechnersystem zur Verdeutlichung des Datenaustauschs zwischen Master und Slave des Rechnersystems.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Als ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend auf die Steuerung einer relativ komplexen Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs mit zehn Zylindern Bezug genommen. Die Erfindung lässt sich jedoch auch zur Steuerung und/oder Regelung beliebig anderer komplexer Betriebsabläufe, vorzugsweise in einem Kraftfahrzeug, einsetzen.

Wie in Figur 1 dargestellt, wird zur Steuerung und/oder Regelung der komplexen Betriebsabläufe in der Brennkraftmaschine 1 ein Mehrrechnersystem umfassend zwei

5 Steuergeräte 2, 3, die mittels eines als Bussystem 4 ausgebildeten Datenübertragungsmittels miteinander in Verbindung stehen, eingesetzt. Die Datenübertragung über das Bussystem 4 erfolgt nach dem CAN (Controller Area Network)-Protokoll.

10 Eines der Steuergeräte 2 ist als Master-Steuergerät und das andere Steuergerät 3 als Slave-Steuergerät definiert. Das Master-Steuergerät 2 übermittelt Synchronisationsinformationen an das Slave-Steuergerät. Die Übertragung der 15 Synchronisationsinformationen erfolgt in Form von CAN-Botschaften über das Bussystem 4. Das Master-Steuergerät 2 gibt ein festes zeitsynchrones Zeitraster vor, nach dem sich das Slave-Steuergerät 3 richten muss.

20 Auf beiden Steuergeräten 2, 3 laufen die gleichen Computerprogramme zur Erfüllung der bestimmungsgemäßen Steuerungs- und/oder Regelungsfunktionen ab. Die Computerprogramme der beiden Steuergeräte 2, 3 verarbeiten im wesentlichen die selben Eingangssignale, die im 25 wesentlichen aus Sensorikdaten S1 bis S10 sowie Sa bis Sc und Sx bis Sz bestehen. Die Sensorikdaten S1 bis S10 stammen von Sensoren, die in den zehn Zylindern Z1 bis Z10 der Brennkraftmaschine 1 angeordnet sind. Die Sensorikdaten Sa bis Sc sowie Sx bis Sz stammen von anderen Sensoren, die 30 in oder an der Brennkraftmaschine 1 oder an anderen Stellen in dem Kraftfahrzeug angeordnet sein können.

Da jedes Steuergerät 2, 3 nur eine begrenzte Anzahl an Eingängen zum Anschluss von Sensoren aufweist, wird bei dem 35 erfindungsgemäßen Rechnersystem ein Teil der Sensoren an

das eine Steuergerät 2 und der andere Teil der Sensoren an das andere Steuergerät 3 angeschlossen. Damit beiden Steuergeräten 2, 3 die selben Sensorikdaten S1 bis S10, Sa bis Sc, Sx bis Sz zur Abarbeitung der Computerprogramme zur Verfügung stehen, werden die eingegangenen Sensorikdaten zwischen den Steuergeräten 2, 3 über das Bussystem 4 zwischen den Steuergeräten 2, 3 ausgetauscht.

Wie in Figur 2 dargestellt, können die Steuergeräte 2, 3 gedanklich unterteilt werden in eine Hardware-Ebene 5, eine Hardwaredtreiber-Ebene 6 und eine Anwendungssoftware-Ebene 7. In der Hardware-Ebene 5 sind die Steuergeräte 2, 3 an das Bussystem 4 angeschlossen. Die Computerprogramme zur Steuerung der Brennkraftmaschine 1 laufen in der Anwendungssoftware-Ebene 7 der Steuergeräte 2, 3 ab. Die Übertragung der Sensorikdaten S1 bis S10, Sa bis Sc, Sx bis Sz über den Datenbus 4 läuft unabhängig von der Anwendungssoftware-Ebene 7 ab und wird in der Hardwaredtreiber-Ebene 6 koordiniert. Die Computerprogramme merken also nicht, ob die von ihnen verarbeiteten Sensorikdaten S1 bis S10, Sa bis Sc, Sx bis Sz unmittelbar von einem Sensor oder mittelbar über das Bussystem 4 von einem anderen Steuergerät 2, 3 empfangen wurden. Mit anderen Worten, werden in den Steuergeräten 2, 3 also erfindungsgemäß zusätzliche Eingänge für Sensorikdaten emuliert, die an den Steuergeräten 2, 3 hardwaremäßig nicht vorhanden sind. Bei dem in Figur 2 beispielhaft dargestellten Steuergerät 2 sind Eingänge für die Sensorikdaten S1 bis S5 und Sa bis Sc hardwaremäßig vorhanden, wohingegen die Sensorikdaten S6 bis S10 und Sx bis Sz über den Datenbus 4 empfangen werden, das heißt die Eingänge für diese Sensorikdaten S6 bis S10 und Sx bis Sz emuliert werden. Dadurch kann auch für Steuerungs- und/oder Regelungsaufgaben von sehr komplexen Betriebsabläufen, bei denen eine Vielzahl von Sensorikdaten verarbeitet werden

müssen, Rechnersystem umfassend mehrere einfach aufgebaute und kostengünstige Standard-Steuergeräte, die über Datenübertragungsmittel miteinander vernetzt sind, eingesetzt werden. Außerdem kann die gleiche Steuergeräte-  
5 Hardware als Master- und als Slave-Steuergerät eingesetzt werden.

Wenn die verschiedenen Sensorikdaten S1 bis S10, Sa bis Sc, Sx bis Sz jeweils nur einmal an eines der Steuergeräte 2, 3 geführt werden, hat das erfindungsgemäße Konzept einen weiteren Vorteil. Dieser besteht darin, dass die Datenkonsistenz gewahrt und sichergestellt werden kann, dass alle Steuergeräte 2, 3 des Rechnersystems tatsächlich die selben Daten zur Verfügung haben. Würden die analogen Sensorikdaten S1 bis S10, Sa bis Sc, Sx bis Sz an mehrere Steuergeräte 2, 3 des Rechnersystems parallel angelegt werden, könnten unterschiedliche Grenzen für die in den Steuergeräten 2, 3 ausgeführten A/D- (Analog-Digital-) Wandlungen dazu führen, dass in den Steuergeräten 2, 3 unterschiedliche digitale Werte für die Sensorikdaten vorliegen, wodurch eine Datenkonsistenz nicht mehr gegeben wäre.  
10  
15  
20

Der Austausch der Sensorikdaten S1 bis S10, Sa bis Sc, Sx bis Sz unter den Steuergeräten 2, 3 über den Datenbus 4 benötigt Zeit. Um sicherzustellen, dass in den Steuergeräten zu den jeweiligen Zeitscheiben stets alle benötigten aktuellen Sensorikdaten zur Verfügung stehen, erfolgt der Start der Zeitscheiben in den Steuergeräten 2, 3 mit einem einstellbaren Zeitversatz. Der Zeitversatz, mit dem eine Zeitscheibe in einem Steuergerät 2, 3 gestartet wird, hängt von der benötigten Übertragungsdauer der Sensorikdaten über das Bussystem 4 ab. Der Start der Zeitscheiben in einem Steuergerät 3 weist einen Zeitversatz  
25  
30

relativ zum Start der Zeitscheiben in dem anderen Steuergerät 2 auf.

In den Steuergeräten 2, 3 laufen die gleichen  
5 Computerprogramme zur Erfüllung der bestimmungsgemäßigen Steuerungs- bzw. Regelungsfunktionen ab, das heißt es werden die gleichen Eingangssignale (zum Beispiel von den Sensoren) verarbeitet und die gleichen Ausgangssignale (zum Beispiel zur Ansteuerung von Aktoren) ermittelt. Bei dem in  
10 Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel werden von dem Steuergerät 2 jedoch nur die für Aktoren der Zylinder Z1 bis Z5 bestimmten Ausgangssignale an Endstufen für diese Aktoren geleitet (gestrichelte Linie), wohingegen die Ausgangssignale für die Zylinder Z6 bis Z10 ungenutzt  
15 bleiben. Ebenso werden von dem Steuergerät 3 nur die für Aktoren der Zylinder Z6 bis Z10 bestimmten Ausgangssignale an Endstufen für diese Aktoren geleitet (gestrichelte Linie), wohingegen die Ausgangssignale für die Zylinder Z1 bis Z5 ungenutzt bleiben.  
20 Das erfindungsgemäße Master Slave System für das Motor Steuergerät Konzept ist ausgelegt für mehrere Steuergeräte 2, 3, vernetzt über einen CAN Bus 4. Figur 3 zeigt ein Systembild mit der eingesetzten Sensorik und Aktorik, die  
25 identisch ist mit der bei einem zweiten Konzept (vergleiche Figur 6) eingesetzten Sensorik und Aktorik. Bei dem in Figur 3 dargestellten ersten erfindungsgemäßigen Konzept sind Master-Steuergerät 2 und Slave-Steuergerät 3 baugleich ausgebildet. Die eingesetzte Software ist bei beiden  
30 Steuergeräten 2, 3 identisch. Außerdem sind beide Steuergeräte 2, 3 funktional nahezu identisch. Sie erfüllen beide die nachfolgend beispielhaft aufgeführten Funktionen:

Bezugszeichen 8:

35 - Signaleingänge

- Sensorsauswertung
- Signalverarbeitung
- Atmosphärendruckfühler (ADF), nur Master-Steuergerät 2

5

## Bezugszeichen 9:

- Startmoment
- Leerlaufregelung
- Momentenregelung und -begrenzung
- 10 - Externer Momenteneingriff
- Laufruheregler
- Aktiver Ruckeldämpfer
- Förderbeginn- und Förderdauerberechnung
- Förderbeginnkorrektur (Begin of Injection Period (BIP), Einspritzbeginn)
- 15 - Ladedruckregelung
- Abgasrückführung und Drosselklappensteuerung
- Abgasnachbehandlung
- Ansteuerung Kraftstoffkühlung
- 20 - Fahrgeschwindigkeitsregler (FGR) oder Geschwindigkeitsregelanlage (GRA)
- Motorlagersteuerung
- Klimakompressoransteuerung
- Glühzeitsteuerung
- 25 - Wegfahrsperre
- Ersatzfunktionen
- Abgleich
- Nachlauf

## 30 Bezugszeichen 10:

- Magnetventilendstufen

**Bezugszeichen 11:**

- Leistungsendstufen

**Bezugszeichen 12:**

5     - Diagnose  
- Serielle Schnittstelle (nur Master-Steuergerät 2)  
- Winkeluhru-Kopplung (nur Slave-Steuergerät 3)  
- CAN-Kommunikation

10 Die nachfolgend beispielhaft aufgeführten Sensoren liefern Sensorikdaten an das Master-Steuergerät 2:

- 13.1: Motordrehzahl (KW)
- 13.2: Motordrehzahl (NW, Nockenwelle) und Zylindererkennung
- 15 - 13.3: Pedalwertgeber (PWG) mit Leergasschalter und Kick-Down (optional 2. PWG)
- 13.4: Ladedruck
- 13.5: Lufttemperatur
- 13.6: Kraftstofftemperatur
- 20 - 13.7: Öltemperatur
- 13.8: Wassertemperatur 1/2
- 13.9: Abgastemperatur 1/2
- 13.10: Luftmasse
- 13.11: Fahrgeschwindigkeit
- 25 - 13.12: GRA-Bedienteil (Tempomat-Bedienteil)
- 13.13: Bremse (2)
- 13.14: Kupplung
- 13.15: Klemme 50
- 13.16: Glühstiftkerzen (GSK) Rückmeldung
- 30 - 13.17: Crashsensor
- 13.18: Tankleerschalter
- 13.19: Tankdeckel offen

- 13.20: Anforderung Zuheizer
- 13.21: Zuheizer Verbrauchssignal
- 13.22: Heizungsanforderung
- 13.23: Raps-Methyl-Sensor
- 5 - 13.24: Partikelfilter Differenzdruck
- 13.25: Lambdasonde
- 13.26: Generatorlast
- 13.27: Klimasteuerung

10 Die nachfolgend beispielhaft aufgeführten Sensoren liefern Sensorikdaten an das Slave-Steuergerät 3:

- 14.4: Ladedruck
- 14.5: Lufttemperatur
- 14.6: Kraftstofftemperatur

15 - 14.9: Abgastemperatur 1/2

- 14.10: Luftmasse
- 14.16: Glühstiftkerzen (GSK) Rückmeldung
- 14.24: Partikelfilter Differenzdruck
- 14.25: Lambdasonde

20 Die Sensorikdaten 15 (Klemme 15) liegen an beiden Steuergeräten 2, 3 an.

Über die Magnetventilendstufen 10 steuern die Steuergeräte 2, 3 den Förderbeginn und/oder die Förderdauer der Kraftstoffeinspritzventile 16. Diese sind beispielsweise als Pumpe-Düse-Einheiten (PDE) oder als Common-Rail-Injektoren ausgebildet. Wie bereits oben erwähnt, steuert das Steuergerät 2 die Kraftstoffeinspritzventile 16 der Zylinder Z1 bis Z5 an, wohingegen das Steuergerät 3 die der Zylinder Z6 bis Z10 ansteuert. Das hat den Vorteil, dass pro Steuergerät 2, 3 nicht alle sondern lediglich fünf Magnetventilendstufen betrieben werden müssen. Dadurch kann

die durch die Endstufen erzeugte Abwärme in den Steuergeräten 2, 3 reduziert werden.

Über die Leistungsendstufen 11 steuert das Steuergerät 2  
5 Aktoren für die nachfolgend beispielhaft aufgeführten Funktionen an:

- 16.1: Motorlager
- 16.2: Tankabschaltventil
- 16.3: Startersteuerung ½
- 10 - 16.4: Generatorabschaltung
- 16.5: Klimaanlagenanforderung
- 16.6: Kühlerventilator
- 16.7: Kühlerthermostatsteuerung
- 16.8: Kraftstoffkühlung
- 15 - 16.9: Kraftstoffpumpenrelais
- 16.10: Lüftersteuerung
- 16.11: Glührelais
- 16.12: Elektrische Kühlwasserpumpe
- 16.13: Katalysator-Heizung
- 20 - 16.14: Additiv Dosierpumpe
- 16.15: Zusatzheizrelais 1/2
- 16.16: Zuheizer Brennersteuerung
- 16.17: Drosselklappensteller
- 16.18: Abgasrückführsteller
- 25 - 16.19: Abgasrückführkühlung
- 16.20: Ladedrucksteller
- 16.21: Glühstiftkerzen Steuergerät

Über die Leistungsendstufen 11 steuert das Steuergerät 3  
30 Aktoren für die nachfolgend beispielhaft aufgeführten Funktionen an:

- 17.11: Glührelais

- 17.13: Katalysator-Heizung
- 17.17: Drosselklappensteller
- 17.18: Abgasrückführsteller
- 17.19: Abgasrückführkühlung
- 5 - 17.20: Ladedrucksteller
- 17.21: Glühstiftkerzen Steuergerät

Über einen CAN-Datenbus 4 werden dem Master-Steuergerät 2 Daten von einem Steuergerät (SG) einer Antriebs-Schlupf-  
10 Regelung (ASR) / Motor Schlepp-Regelung (MSR) 18.1 sowie von einem Steuergerät eines Getriebes 18.2 zugeführt.

Von dem Steuergerät 2 werden des weiteren an die nachfolgend beispielhaft angeführten Einheiten Signale  
15 ausgegeben:

- 19.1: Diagnoseschnittstelle (ISO K) mit Schaltelement zum Auslösen einer Diagnoseanforderung
- 19.2: Systemlampe
- 20 - 19.3: MIL-Lampe (Malfunction Indication Lamp, Fehlerlampe für Onboard Diagnosis)
- 19.4: Drehzahlkopplung
- 19.5: Drehzahlanzeige (Drehzahlsignal)
- 19.6: Verbrauchsanzeige (Verbrauchssignal).

25 Bei dem Steuergerät 3 ist eine entsprechende Diagnoseschnittstelle (ISO K) 20.1 mit Schaltelement zum Auslösen einer Diagnoseanforderung vorgesehen.

30 Des weiteren sind Datenbusse 4 für einen Datenaustausch 21 zwischen den Steuergeräten 2, 3 vorgesehen. Der Datenaustausch beschränkt sich auf Sensorsignalrohwerte,

Digitalsignale, Fehlerstati, Reglerwerte und Ansteuerstati.  
Es werden ausgetauscht insbesondere:

- digitale Sensorikdaten (nach der A/D-Wandlung der von den Sensoren 13, 14 an die Steuergeräte 2, 3 herangeführten analogen Sensorikdaten)
- Reglerabgleich-Informationen
- Ansteuerstatus-Informationen
- Programmsynchronisationsinformationen.

10 Ein Hauptrelais des Kraftfahrzeugs ist in Figur 3 mit dem Bezugszeichen 22 bezeichnet, die Kraftfahrzeug-Batterie mit 23.

15 Die Sensorik 13, 14 ist größtenteils am Master-Steuergerät 2 angeschlossen. Durch das komplett zweiflutige Luft- und Abgasssystem der Brennkraftmaschine 1 sind die Signale wie Luftmasse 13.10, 14.10, Lufttemperatur 13.5, 14.5, Ladedruck 13.4, 14.4, Abgastemperatur 13.9, 14.9, usw. an dem Master 2 und dem Slave 3 getrennt vorhanden.

20 Gleichzeitig werden aber auch diese doppelten Signale untereinander konsistent ausgetauscht, so dass jedes Steuergerät auch Zugriff auf die Eingangsdaten des jeweils anderen Luftstrangs hat. Beim Datenaustausch der doppelten Sensorik wurde außerdem ein Mechanismus entwickelt, mit dem 25 ein Steuergerät 2, 3 auf zum Beispiel die Luftmasse zugreift und automatisch die von dem unmittelbar an dem Steuergerät 2, 3 angeschlossenen Sensor 13.10, 14.10 gemessene Luftmasse erhält. Über den Zugriff auf die „externe Luftmasse“ wird automatisch auf die Luftmasse des 30 anderen Steuergeräts 2, 3 zugegriffen, die das Steuergerät mittelbar über den Datenbus 4 erhält. So können synchron Ersatzreaktionen bei Fehlern eingeleitet werden. Manche Sensoren 13, 14, zum Beispiel Glühstiftkerzen 13.16, 14.16, werden nur lokal in jedem Steuergerät 2, 3 erfasst und

nicht ausgetauscht, da sie für das Gesamtsystem von untergeordneter Bedeutung sind.

Die zeitsynchronen Berechnungen werden in dem Master-  
5 Steuergerät 2 gestartet. Dieses erfasst die entsprechenden  
Sensorikdaten und überträgt einen Teil dieser  
Sensorikrohdaten an das Slave-Steuergerät 3, verwendet für  
die anstehende Berechnung aus Datenkonsistenzgründen aber  
die Sensorikdaten der vorangegangenen bereits abgeglichenen  
10 Zeitscheibe. Wegen der großen Datenmenge können nicht alle  
Signale auf einmal übertragen werden. Die Übertragung  
erfolgt paketweise (beispielsweise immer fünf oder sechs  
CAN-Botschaften) alle 10 ms vom Master 2 zum Slave 3 und  
umgekehrt. Selbstverständlich kann auch ein beliebig  
15 anderes Zeitraster verwendet werden.

Ist ein Datenpaket komplett an den Slave 3 übertragen  
worden, erkennt dies ein Zustandsautomat und startet die  
gleiche Zeitscheibe wie im Master 2. Der Zustandsautomat  
20 dient zur Synchronisierung der Zeitscheiben im Slave 3 und  
ist in Figur 4 dargestellt. Die Informationen, welche  
Zeitscheibe gerade gerechnet wird, ist in jedem CAN-  
Übertragungspaket enthalten. Die empfangenen Daten werden  
in einem Zwischenspeicher, dem sogenannten ShadowBuffer  
25 (vergleiche Bezugszeichen 51 in Figur 5),  
zwischengespeichert, die aktuelle Zeitscheibe rechnet mit  
den identischen Daten wie der Master 2, gespeichert in  
einem sogenannten RamMirror. Grund für die  
Zwischenspeicherung ist Datenkonsistenz innerhalb der  
30 Zeitscheiben und die relativ große Datenmenge einer  
Zeitscheibe. Ist eine Zeitscheibe komplett zu Ende  
gerechnet, muss der Datenaustausch für die nächste  
Zeitscheibe abgeschlossen sein, bevor diese gestartet wird.  
Durch diesen Zeitaufwand für den konsistenten  
35 Datenaustausch wird eine Totzeit in dem System eingebaut,

die messbar ist. Die Signale sind alle um eine Zeitscheibe verzögert, aber absolut identisch im System.

Bei dem in Figur 4 dargestellten Zustandsautomat zur Synchronisierung der Zeitscheiben im Slave 3 wird nach einem Neustart des Rechnersystems (zum Beispiel nach dem Einschalten oder nach einem Fehler) in einem ersten Zustand 30 (Initialisierung) begonnen. Von dort wird in einen Zustand 31 (Periode abgelaufen, warte auf CAN) übergegangen. Wenn die Wartezeit abgelaufen ist ohne dass Daten von dem Datenbus 4 empfangen wurden (Bedingung 32), wird in einen Zustand 33 (Zwangsscheduling) übergegangen. Dann wird in einem Schritt 34 eine Sperrzeit definiert, und in einen Zustand 35 übergegangen, wo keine Daten vom Datenbus 4 gelesen werden. Der Schritt 34 kann beispielsweise realisiert werden durch:

```
Entprellzähler --
if Entprellzähler = 0
{Periode = verlängert
Entprellzähler nachladen
} else
{Periode = normal}
Sperrzeit = Periode - Wartezeit
```

Alternativ kann die Sperrzeit auch als Summe aus Periode und Wartezeit berechnet werden. Während der Sperrzeit werden keine Daten vom Datenbus 4 empfangen. Schließlich wird wieder in den Zustand 31 (Periode abgelaufen, warte auf CAN) übergegangen, sobald die Sperrzeit abgelaufen ist (Bedingung 36). Durch die Sperrzeit wird gewissermaßen ein blindes Fenster definiert und durch Verkürzen oder Verlängern der Zeitscheiben so lange durch das Zeitraster geschoben, bis das Zeitraster des Slaves 3 mit dem Zeitraster des Masters 2 übereinstimmt und in Master 2 und Slave 3 die gleichen Zeitscheiben zeitsynchron (allerdings durchaus mit dem oben angesprochenen Zeitversatz)

abgearbeitet werden. Die Sperrzeit (das blinde Fenster) dient der Verbesserung der Störsicherheit der Synchronisierung der Steuergeräte 2, 3. Während der Sperrzeit dürfen keine Daten über den Bus 4 kommen. Damit 5 wird ein unnötiges Verkürzen der Zeitscheibe verhindert.

Wenn in dem Zustand 31 während der Wartezeit Daten von dem Datenbus 4 empfangen werden (Bedingung 37, CAN-Object, newData), wird in einen Zustand 38 (Schedule starten) 10 übergegangen. Von dort kann in einem Schritt 39 in einen Zustand 40 (Schedule gesperrt) übergegangen werden. Der Schritt 39 kann beispielsweise realisiert werden durch:

```
if Entprellzähler = 0
    {Periode = verkürzt
        Sperrzeit = Sperrzeit für verkürzte Periode
        Entprellzähler = Entprellzähler für verkürzen
    } else
        {Periode = normal
            Sperrzeit = Sperrzeit für normale Periode}
```

20 In dem Zustand 40 wird gewissermaßen ein blindes Fenster definiert, falls ein Fehler auftritt. Es wird eine Entscheidung getroffen, ob die Periode verkürzt wird. Falls 25 eine Bedingung 41 (Sperrzeit abgelaufen, CAN aktuell und Entprellzähler --) erfüllt ist, wird in eine Zustand 42 (CAN aktuell, warten auf Perioden Ende) übergegangen. In dem Zustand 42 beobachtet der Slave 3 den Datenbus 4 aber scheduled nicht, sondern merkt sich, falls eine CAN-Botschaft früher (das heißt vor Ablauf der Zeitverzögerung) vollständig empfangen wurde. Falls die Periode abgelaufen 30 ist (Bedingung 43), geht der Slave 3 wieder in den Zustand 38 über. Falls in dem Zustand 42 noch nicht alle Botschaften empfangen wurden, da die Periode zu weit verkürzt wurde (Bedingung 44, Periode abgelaufen, CAN alt, Entprellzähler = Entprellzähler für Verlängern), wird 35 wieder in den Zustand 31 gewechselt. Falls eine Bedingung

45 (Sperrzeit abgelaufen, CAN alt und Entprellzähler = Entprellzähler für Verkürzen) erfüllt ist, wechselt der Slave 3 in einen Zustand 46 (Warten auf Periode Ende), wo die Periode verkürzt wird. Falls alle Botschaften empfangen  
5 wurden (Bedingung 47, Periode abgelaufen, CAN aktuell, Entprellzähler = Entprellzähler für Verkürzen), geht der Slave 3 wieder in den Zustand 38 über. Falls noch nicht alle Botschaften empfangen wurden, da die Periode zu weit verkürzt wurde (Bedingung 48, Periode abgelaufen, CAN alt,  
10 Entprellzähler = Entprellzähler für Verlängern), wird wieder in den Zustand 31 gewechselt.

Zusammenfassend kann zu dem Zustandsautomat aus Figur 4 also gesagt werden: Das Master-Steuengerät 2 gibt das  
15 Zeitraster vor, das heißt es sagt, die wievielte Zeitscheibe von dem Slave-Steuengerät 3 gestartet werden soll. Falls die Nummern der zur Abarbeitung anstehenden Zeitscheiben von Master 2 und Slave 3 unterschiedlich sind, werden die Zeitscheiben des Slave 3 mehr oder weniger  
20 verkürzt oder verlängert und das Rechensystem mit unterschiedlich langen Zeitscheiben betrieben, bis die Nummern der Zeitscheiben von Master 2 und Slave 3 identisch sind.

25 Zum Datenabgleich während der Initialisierung zwischen Master 2 und Slave 3 wird eine besondere Strategie eingesetzt. Während der Initialisierung werden Analogwerte gemessen. Mit diesen Werten wird ein PT1-Filter initialisiert. Bei einem Master-Slave-Rechensystem ergibt  
30 sich das Problem, dass die Komponententreiber (Component Drivers, CD) auf in dem Schreib-Lese-Speicher (RAM Mirror) gepufferte Werte zugreifen. Dieser Schreib-Lese-Speicher enthält während der Initialisierung noch keine gültigen Werte. Somit wird das PT1-Filter falsch initialisiert.

Deshalb wird zur Signalerfassung während der Initialisierung folgende Strategie eingesetzt:

- a) Während der Initialisierungs-Routine wird ein Requestbit im Statusregister für alle in DataSets enthaltenen Signale gesetzt. Somit erfolgt auf jeden Fall ein Hardwarezugriff beim ersten Aufruf des Komponententreibers. Dieser erste gültige Signalwert wird gemäss dem Rechensystem in dem Zwischenspeicher (ShadowBuffer) gespeichert. Der Komponententreiber benutzt den nicht korrekten Wert aus dem Schreib-Lese-Speicher.
- b) Abgleich der Signale der Initialisierungstask (Bezugszeichen 30 in Figur 3): Die Task 30 hat einen TaskCounter 10. Sie wird nur bei Steuergeräte-Reset ausgeführt. Master 2 und Slave 3 senden die CAN Daten der Initialisierungstask 30 in einem Signal-Initialisierungs-Prozess. Dieser Prozess wird am Ende der Initialisierung ausgeführt, um sicherzustellen, dass alle Hardware-Zugriffe der Initialisierung ausgeführt wurden, der Zwischenspeicher also mit gültigen Werten gefüllt ist. Nach dem Versenden der Daten der Initialisierungstask 30 warten Master 2 und Slave 3 auf den Empfang des Datenpaketes. Die maximale Wartezeit kann über ein Label appliziert werden. Die Daten werden sofort nach dem Empfang (Dieser Codeteil wird nahezu zeitgleich in Master 2 und Slave 3 durchlaufen. Hier ist eine Synchronisation der Zeitbasen in Master 2 und Slave 3 möglich.) dekodiert und somit im eigenen Zwischenspeicher gespeichert.
- c) Aktualisieren (Update) der Signale der Initialisierungstask 30: Kopieren der Signalwerte vom Zwischenspeicher in den Schreib-Lese-Speicher.

- d) Aufruf des Initialisierungsprozesses der Signale, die in der Initialisierung das PT1-Filter initialisieren.
- e) Normaler Betrieb des Rechnersystems während des Fahrbetriebs der Brennkraftmaschine (DriveMode).

5

Führt der Master 2 im Fahrbetrieb einen Reset aus, durchläuft er die Initialisierung (vergleiche oben) und sendet das Datenpaket der Initialisierungstask 30 auf den CAN-Bus 4. Der Slave 3 empfängt das Datenpaket. Der zeitsynchrone Scheduleprozess startet keine Task, sondern sendet das Datenpaket auf dem CAN-Bus 4. Der Master 2 setzt seine Initialisierung nach der Auswertung dieses Datenpakets fort, vergleiche oben Punkt c).

15 Führt der Slave 3 im Fahrbetrieb einen Reset aus, durchläuft er die Initialisierung (vergleiche oben) und sendet das Datenpaket der Initialisierungstask 30 auf den CAN-Bus 4. Der Master 2 empfängt das Datenpaket. Im zeitsynchronen Master-Slave-Komponenten-Treiber-Start-20 Prozess erkennt er die Anforderung des Datenpakets vom Slave 3 und sendet nicht die Daten der momentanen Task, sondern die Daten der Initialisierungstask 30. Der Slave 3 setzt seine Initialisierung nach der Auswertung dieses Datenpakets fort, vergleiche oben Punkt c).

25

Anhand Figur 5 soll die Botschafts- und Signalspeicherung in dem erfindungsgemäßen Rechnersystem verdeutlicht werden. In dem Master-Steuergerät 2 werden Sensorikdaten 13 von einer entsprechenden Hardware (Sensoren 50) geholt und in 30 dem Zwischenspeicher (ShadowBuffer 51) zwischengespeichert. Zum Aktualisieren der in dem Master 2 in der darauffolgenden Zeitscheibe zur Berechnung benutzten Sensorikdaten 13 auf den aktuellen Stand, werden die aktuellen Sensorikdaten 13 aus dem Zwischenspeicher 51 in 35 einen Schreib-Lese-Speicher (RAM Mirror 52) kopiert

(Schritt 53). Aus diesem werden sie dann bei Bedarf von den auf dem Master 2 ablaufenden Computerprogrammen 54 ausgelesen und für Berechnungen herangezogen (Schritt 55). Die aktuellen Sensorikdaten 13 werden außerdem aus dem 5 Zwischenspeicher 51 ausgelesen und in einem Nachrichten-Speicher (Message Buffer 56) zwischengespeichert (Schritt 57). Von dort werden sie dann über einen Dual-Port RAM 58 und den Datenbus 4 an das Slave-Steuergerät 3 übertragen.

10 In dem Slave 3 werden die aktuellen Sensorikdaten 13 des Masters 2 über einen Dual-Port RAM 59 in einem Nachrichten-Speicher (Message Buffer 60) zwischengespeichert. Von dort werden die Sensorikdaten 13 dann in einem Schritt 61 in einen Zwischenspeicher (ShadowBuffer 62) übertragen. Zum 15 Aktualisieren der in dem Slave 3 in der darauffolgenden Zeitscheibe zur Berechnung benutzten Sensorikdaten 13 auf den aktuellen Stand, werden die von dem Master 2 empfangenen, aktuellen Sensorikdaten 13 aus dem Zwischenspeicher 62 in einen Schreib-Lese-Speicher (RAM 20 Mirror 63) kopiert (Schritt 64). Aus diesem werden sie dann bei Bedarf von den auf dem Slave 3 ablaufenden Computerprogrammen 65 ausgelesen und für Berechnungen herangezogen (Schritt 66).

25 Außerdem werden in dem Slave-Steuergerät 3 Sensorikdaten 13 von einer entsprechenden Hardware (Sensoren 67) geholt und in dem Zwischenspeicher 62 zwischengespeichert. Zum Aktualisieren der in dem Slave 3 in der darauffolgenden 30 Zeitscheibe zur Berechnung benutzten Sensorikdaten 13 auf den aktuellen Stand, werden die aktuellen Sensorikdaten 13 aus dem Zwischenspeicher 62 in den Schreib-Lese-Speicher 63 kopiert (Schritt 64). Aus diesem werden sie dann bei Bedarf von den auf dem Slave 3 ablaufenden Computerprogrammen 65 ausgelesen und für Berechnungen herangezogen (Schritt 66). 35 Die aktuellen Sensorikdaten 13 werden außerdem aus dem

Zwischenspeicher 62 ausgelesen und in dem Nachrichten-Speicher 60 zwischengespeichert (Schritt 68). Von dort werden sie dann über den Dual-Port RAM 59 und den Datenbus 4 an das Master-Steuergerät 2 übertragen.

5

In dem Master 2 werden die aktuellen Sensorikdaten 13 des Slaves 3 über den Dual-Port RAM 58 in dem Nachrichten-Speicher 56 zwischengespeichert. Von dort werden die Sensorikdaten 13 dann in einem Schritt 69 in den

10 Zwischenspeicher 51 übertragen. Zum Aktualisieren der in dem Master 2 in der darauffolgenden Zeitscheibe zur Berechnung benutzten Sensorikdaten 13 auf den aktuellen Stand, werden die von dem Slave 3 empfangenen, aktuellen Sensorikdaten 13 aus dem Zwischenspeicher 51 in den

15 Schreib-Lese-Speicher 52 kopiert (Schritt 53). Aus diesem werden sie dann bei Bedarf von den auf dem Master 2 ablaufenden Computerprogrammen 54 ausgelesen und für Berechnungen herangezogen (Schritt 55).

20 Während in den Zwischenspeichern 51, 62 die Sensorikdaten 13 der aktuellen Zeitscheibe (verarbeitet zum Zeitpunkt n) abgelegt sind, erfolgt die eigentliche Abarbeitung der Computerprogramme 54, 65 anhand der Sensorikdaten 13 der vorangegangenen Zeitscheibe (verarbeitet zum Zeitpunkt n-1). Die Computerprogramme 54, 65 senden aus der

25 Anwendungssoftware-Schicht 7 heraus Anforderungen 70, 71 nach neuen Werten für die Sensorikdaten 13 an die Hardwaretreiber-Schicht 6. Die oben beschriebenen Abläufe mit den Schritten 50 bis 69 geschehen unbemerkt für die

30 Anwendungssoftware-Schicht 7. Diese registriert nur, dass ihr in den Schritten 55 und 66 neue Werte für die Sensorikdaten 13 übermittelt werden. Woher die Daten genau kommen und ob es sich um aktuelle Daten oder um Daten der vorangegangenen Zeitscheibe handelt ist der

35 Anwendungssoftware-Schicht 7 gleichgültig.

Um einen korrekten Datenaustausch zwischen Master 2 und Slave 3 zu gewährleisten, werden drei verschiedene Signal-/Botschafts-Zwischenspeicher benötigt (vergleiche Figur 5):

5

MS-MessageBuffer 56, 60: zur Zwischenspeicherung kompletter CAN Botschaften

ShadowBuffer 51, 62: zur Zwischenspeicherung einzelner Signale, bis alle Signale einer 20 ms/ 100 ms Zeitscheibe ausgetauscht sind. Der Zugriff auf den ShadowBuffer erfolgt ausschließlich über die Master Slave Treiber im Rahmen des Botschaftsempfangs, Botschaftsversendens und zum Aktualisieren des RAM Mirrors.

RAM Mirror 52, 63: enthält alle Signale, die für die aktuellen Berechnungen gebraucht werden. Signalzugriffe erfolgen auf diesen Puffer anstatt auf die Hardware (zum Beispiel A/D-Wandler).

Um bereits beim Hochlauf der Steuergeräte 2, 3 die Datenkonsistenz zu gewährleisten, wurde eine spezielle Strategie entwickelt, die vor dem eigentlichen Start des Rechnerprogramms ausgewählte Daten abgleicht. Vorteilhaft ist dabei, dass ein ganz spezieller Zeitpunkt in dem Computerprogramm des Masters 2 und des Slaves 3 zeitgleich (im 100 er Mikrosekundenbereich) abgearbeitet wird. Dies erlaubt eine Justage der Zeitbasen der einzelnen Steuergeräte 2, 3. Damit können zum Beispiel Glühkerzensteuersignale in dem Master 2 und dem Slave 3 präzise gegeneinander versetzt werden, um Spannungseinbrüche der Batteriespannung zu minimieren.

Neben den Sensorikdaten können auch beliebige Daten aus der Anwendersoftware in diesen Signalaustausch als sogenannte UserSignals einbezogen werden. Diese Signale werden jedoch nicht zwischengespeichert, um deren Aktualität nicht 5 unnötig zu verschlechtern. Abhängig von der Wahl des Übertragungszeitpunktes können auch diese Signale identisch in Master- und Slavezeitscheibe verwendet werden.

Ein Verschieben von Sensoren oder Aktoren an das andere 10 Steuergerät lässt sich mit relativ wenig Konfigurationsänderungsaufwand erledigen, da alle Aktorikwerte in beiden Steuergeräten 2, 3 berechnet werden und die Endstufenfehler gekoppelt sind.

15 Auf das Sicherheitskonzept des Master-Slave-Systems soll an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden. Es folgt lediglich eine beispielhafte Auflistung einiger Eckpunkte:

- CAN-Bus Hardwareüberwachung;
- CAN-Bus Datenüberwachung auf Empfang und Versenden;
- 20 - CAN-Bus Datenüberwachung durch Checksumme über komplettes Datenpaket;
- Überwachung der korrekten Zeitscheibenabfolge in jedem Steuergerät 2, 3;
- Überwachung der korrekten Zeitscheibenabfolge des 25 Slave 3 durch den Master 2; und
- Erkennung eines Steuergeräteresets während des Betriebs durch das andere Steuergerät.

30 Beide Steuergeräte 2, 3 arbeiten das gleiche Computerprogramm synchron mit einem einstellbaren Zeitversatz ab und haben Zugriff auf die gleichen Sensorikdaten 13. Unter diesen Gesichtspunkten handelt es sich also eigentlich um ein Master-Master-Konzept.

In Figur 6 ist ein Systembild eines weiteren Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Rechnersystems mit der eingesetzten Sensorik und Aktorik dargestellt. Gegenüber dem Ausführungsbeispiel aus Figur 3 fehlt bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel beim Master 2 ein Sensor 13.7 zum Erfassen der Öltemperatur, ein Sensor 13.9 zum Erfassen der Abgastemperatur, sowie ein Sensor 13.16 für die Glühstift Rückmeldung, ein Crashsensor 13.17, ein Tankleerschalter 13.18, ein Schalter 13.19 zum Melden des Status (offen, geschlossen) des Tankdeckels, ein Schalter 13.20 zum Melden einer Anforderung zum Zuheizen, ein Sensor 13.21 für das Zuheizer-Verbrauchssignal, ein Sensor 13.22 für die Heizungsanforderung, ein Raps-Methyl-Sensor 13.23, ein Sensor 13.24 für den Differenzdruck in dem Partikelfilter, und eine Lambdasonde 13.25. Zusätzlich ist bei dem Ausführungsbeispiel aus Figur 6 ein Schalter 13.28 für eine MIL-Anforderung und ein Schalter 13.29 für den Status eines Glühzeitrelais vorgesehen. Beim Slave 3 fehlt ein Sensor 14.9 für die Abgastemperatur, sowie ein Sensor 14.16 für die Glühstift Rückmeldung, ein Sensor 14.24 für den Differenzdruck in dem Partikelfilter und eine Lambdasonde 14.25.

Die Aktoren, die von dem Master 2 über Leistungsstufen angesteuert werden, umfassen nicht ein Tankabschaltventil 16.2, eine Startersteuerung 16.3, eine Generatorabschaltung 16.4, eine Klimaanlagenanforderung 16.5, eine Kühlthermostatsteuerung 16.7, eine Lüftersteuerung 16.10, eine elektrische Kühlwasserpumpe 16.12, eine Katalysator-Heizung 16.13, eine Additiv-Dosierpumpe 16.14, ein Zusatzrelais 16.15, eine Zuheizer-Brennersteuerung 16.16, eine Abgasrückführkühlung 16.19 und ein Glühstiftkerzen-Steuergerät 16.21. Statt dessen sind Aktoren für ein Kühlerrüft-Bypass/Absperrrelais 16.22, eine Nachlaufpumpe 16.23, einen Kühlerrüft Ladeluft

16.24, einen hydraulischen Kühlerlüfter 16.25, eine  
Kühlerthermostat-Heizung 16.26 und eine Klimaabschaltung  
16.27 vorgesehen. Die Aktoren, die von dem Slave 3  
angesteuert werden, umfassen nicht ein Glührelais 17.11,  
5 eine Katalysator-Heizung 17.13, eine Abgasrückführkühlung  
17.19 und ein Glühstiftkerzen-Steuergerät 17.21. Die über  
den Datenbus 4 zwischen dem Master 2 und dem Slave 3  
übertragen Daten (Bezugszeichen 21) betreffen insbesondere  
die Menge bzw. den Schubstatus, einen Zylinderzähler, einen  
10 Ansteuerstatus sowie Eingangsgrößen für ARF und LDR.

Die Funktionen 9 des Masters 2 umfassen keine  
Abgasnachbehandlung und statt eines Startmoments wird eine  
Startmenge berücksichtigt. Die Funktionen 9 des Slaves 3  
15 betreffen nicht das Startmoment, die Leerlaufregelung, die  
Momentenregelung und -begrenzung, den externen  
Momenteneingriff, den Laufruheregler, den aktiven  
Ruckeldämpfer, die Abgasnachbehandlung, die Ansteuerung der  
Kraftstoffkühlung, FGR (GRA), die Motorlagersteuerung, die  
20 Klimakompressoransteuerung, die Glühzeitsteuerung und die  
Wegfahrsperre.

Obwohl sich der Funktionsumfang von Master 2 und Slave 3  
bei dem in Figur 6 dargestellten Ausführungsbeispiel  
25 relativ stark unterscheidet, arbeiten in beiden  
Steuergeräten 2, 3 doch die gleichen Computerprogramme,  
wobei in dem Slave 3 nicht alle von den Computerprogrammen  
berechneten Werte zur Ansteuerung von Aktoren 17  
beziehungsweise zur Erfüllung der Steuerungs- und/oder  
30 Regelungsfunktion herangezogen werden. Das ändert jedoch  
nichts daran, dass auch bei dem Rechensystem aus Figur 6  
die gleichen Computerprogramme in Master 2 und Slave 3  
zeitsynchron mit einem einstellbaren Zeitversatz ausgeführt  
werden, und dass an Master 2 und Slave 3 die gleichen  
35 Sensorikdaten zur Verfügung stehen.

Die Fehlerspeicherung der Sensoren 13, 14 und Aktoren 16, 17 erfolgt separat in dem Master 2 und in dem Slave 3. Die gespeicherten Informationen betreffend das Auftreten eines

5 Fehlers können zwischen Master 2 und Slave 3 ausgetauscht  
beziehungsweise abgeglichen werden. Informationen über die  
Umstände des Fehlers (zum Beispiel wann, was, wo?)  
verbleiben jedoch in den Fehlerspeichern und werden nicht  
abgeglichen. Um die Fehlerspeicher über die  
10 Diagnoseschnittstellen 19.1, 20.1 zu Wartungszwecken  
auslesen zu können, müssen die Fehlerspeicher mit  
unterschiedlichen Adressen (sogenannten Reizadressen)  
ansprechbar sein. Dies ist erforderlich, da die Software  
des Masters 2 und des Slaves 3 ansonsten identisch ist. Das  
15 Auslesen der Fehlerspeicher über die Diagnoseschnittstellen  
19.1, 20.1 kann beispielsweise über einen CAN-Bus (KWP2000)  
oder über eine serielle Schnittstelle (K-Line) erfolgen.

In dem in den Figuren beispielhaft beschriebenen Master  
20 Slave Systemen sind zwei Steuergeräte 2, 3 über einen CAN-  
Bus 4 miteinander verbunden. Die Sensoren 13, 14 sind zum  
Teil nur an einem Steuergerät 2, 3 angeschlossen. Die  
Sensorikdaten müssen somit unter Einhaltung der  
Datenkonsistenz innerhalb der zeitsynchronen Tasks von  
25 einem Steuergerät 2; 3 zum anderen Steuergerät 3; 2  
übertragen werden.

Das Daten-Multiplex der CAN-Botschaften geschieht mittels Data-Identifiern (Data-IDs). Die Botschaften zum Abgleich der Sensorik 13 im Master Slave System haben den folgenden Aufbau:

CAN ID DataID Daten Daten Daten Daten Daten Daten Daten Daten

Die zeitsynchrone Botschaftsübertragung erfolgt bei den vorliegenden Ausführungsbeispielen in einem 10 ms Raster. Dabei wird immer ein Block an CAN-Botschaften zwischen den Steuergeräten 2, 3 ausgetauscht. Das Blockende und somit 5 das Ende der Datenübertragung wird über einen definierten CAN Identifier erkannt. Dieser CAN Identifier wird exklusiv als letzte Botschaft im CAN Übertragungsblock verschickt. Die letzte CAN Botschaft ist wie folgt aufgebaut:

Spezielle CAN ID	DataID	CS	Task Counter	Daten	Daten	Daten	Daten	Daten
---------------------	--------	----	-----------------	-------	-------	-------	-------	-------

10

DataID: Multiplexinformationen

CS: Checksumme aller Botschaftsbytes eines Übertragungsblocks

TaskCounter: Schedulinginformation/ Zeitscheibenzähler

15

Ein Beispiel für einen CAN Übertragungsblock:

Sendereihenfolge	CAN ID	Botschaftsinhalt	Multiplex zwischen den 10 ms Tasks
1	401	Daten	Ja
2	402	Daten	Ja
3	403	Daten	Ja
Letzte	404	CS, TaskCounter, Daten	Ja

Bei den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen werden die 20 ms Tasks (MS\_Task20) und die 100 ms Tasks (MS\_Task100\_0 bis MS\_Task100\_9) in beiden Steuergeräten 2, 3 in 10 ms Teile (Zeitschlitz oder Slots 70, 71) unterteilt und im 10 ms Zeitraster gescheduled. Das heißt, nach 20 ms sind alle Teile der 20 ms Task und nach 100 ms alle Teile der 25 100 ms Task ausgeführt (vergleiche die Aufteilung und Abarbeitung der Zeitscheiben in Figur 7). Das Master-Steuergerät 2 sendet alle 10 ms CAN-Botschaften, um die

gemessenen Sensorikdaten 13 des Master-Steuergeräts 2 an das Slave-Steuergerät 3 zu transportieren. In dieser CAN-Übertragung wird auch die Information, welche Zeitscheibe im Master 2 aktuell ausgeführt wird, in Form eines Zählers 5 (TaskCounter) mitgesendet. Diese mitgesendete Nummer der aktuellen Zeitscheibe ist innerhalb der 100 ms Tasks (MS\_Task100\_0 bis MS\_Task100\_9) angegeben (#i, i = 0 bis 9). Das Slave-Steuergerät 3 synchronisiert den Start seiner 10 ms Task mittels des in Figur 4 dargestellten Zustandsautomaten. Das Slave-Steuergerät 3 überträgt den 10 Zustandsautomaten. Das Slave-Steuergerät 3 überträgt den Zähler für die aktuelle 10 ms Zeitscheibe an das Master-Steuergerät 2. Auf diese Weise kann der Master die Abfolge der Zeitscheiben im Slave 3 überwachen.

15 Anhand der Figur 8 wird der Datenaustausch in dem Master-Slave System näher erläutert. In den Computerprogrammen des Masters 2 und des Slaves 3 werden als Eingangssignale die Sensorikdaten x1 bis x5 verarbeitet, wobei die Sensorikdaten x1 und x2 unmittelbar an dem Master 2 und die 20 Sensorikdaten x3 bis x5 unmittelbar an dem Slave 3 anliegen. Mit n ist die Zeitbasis der 20 ms Task bezeichnet, mit m die Zeitbasis der 100 ms Task. Die Sensorikdaten x1 bis x4 werden in der 20 ms Task verarbeitet, wohingegen die Sensorikdaten x5 in der 100 ms 25 Task verarbeitet werden. Das Bezugszeichen R in Figur 8 bedeutet, dass ein Daten-Aktualisierungs-Anfrage-Bit (DataUpdateRequest bit) gesetzt ist. In der oberen Hälfte der Figur 8 ist der Master 2 und in der unteren Hälfte der Slave 3 dargestellt.

30 In einer Zeitscheibe n werden Daten zunächst in einem 10 ms Zeitschlitz #8 (Bezugszeichen 81) und dann in einem 10 ms Zeitschlitz #9 verarbeitet. Zu Beginn eines Zeitschlitz 81 wird eine Master-Slave-Start-Prozedur 82 abgearbeitet,

sowie eine Master-Slave-Transmit-Prozedur 83 zur Datenübertragung.

In dem Zeitschlitz #8 enthält der Zwischenspeicher 51 des  
5 Masters 2 die Sensorikdaten  $x_1(n)$  und  $x_2(n)$  der aktuellen  
20 ms Zeitscheibe n. Außerdem enthält er die Sensorikdaten  
 $x_3(n-1)$  und  $x_4(n-1)$  der vorangegangenen 20 ms Zeitscheibe  
n-1. Die Sensorikdaten  $x_4(n-1)$  wurden in der  
vorangegangenen Zeitscheibe n-1 von dem Slave 3 an den  
10 Master 2 übermittelt und dort in dem Zwischenspeicher 51  
abgelegt. Schließlich enthält der Zwischenspeicher 51 auch  
die Sensorikdaten  $x_5(m-1)$  der vorangegangenen 100 ms  
Zeitscheibe m-1. Des Weiteren enthält in dem Zeitschlitz #8  
der Schreib-Lese-Speicher 51 des Masters 2 die  
15 Sensorikdaten  $x_1(n-1)$ ,  $x_2(n-1)$ ,  $x_3(n-1)$ ,  $x_4(n-1)$  der  
vorangegangenen 20 ms Zeitscheibe n-1 sowie die  
Sensorikdaten  $x_5(m-1)$  der vorangegangenen 100 ms  
Zeitscheibe m-1.  
  
20 Die Computerprogramme in dem Slave 3 werden in Zeitscheiben  
zeitsynchron mit einem einstellbaren Zeitversatz 80 relativ  
zu dem Master 2 abgearbeitet. Der Zwischenspeicher 62 des  
Slaves 3 enthält in der um den Zeitversatz 80 verzögerten  
Zeitscheibe n die Sensorikdaten  $x_1(n)$ ,  $x_3(n)$  und  $x_4(n)$ ,  
25 wobei die Daten  $x_3(n)$  und  $x_4(n)$  unmittelbar an dem Slave 3  
anliegen. Die Sensorikdaten  $x_1(n)$  wurden während des  
Zeitversatzes 80 in einer CAN-Botschaft von dem Master 2 an  
den Slave 3 übertragen und dort in dem Zwischenspeicher 62  
abgelegt. Außerdem enthält der Zwischenspeicher 62 die  
30 Sensorikdaten  $x_2(n-1)$  der vorangegangenen 20 ms Zeitscheibe  
n-1 sowie die Sensorikdaten  $x_5(m)$  der aktuellen 100 ms  
Zeitscheibe m. In dem Schreib-Lese-Speicher 63 sind noch  
die Werte  $x_1(n-1)$ ,  $x_2(n-1)$ ,  $x_3(n-1)$ ,  $x_4(n-1)$  und  $x_5(m-1)$   
der vorangegangenen Zeitscheiben n-1, m-1 abgelegt. Die  
35 aktuellen Sensorikdaten  $x_3(n)$  und  $x_5(m)$ , die der Slave 3

soeben von den Sensoren 13 eingelesenen hat, werden von dem Slave 3 an den Master 2 übermittelt und dort in dem Zwischenspeicher 51 abgelegt.

5 In dem Zeitschlitz #9 werden die aktuellen Sensorikdaten x2(n), die der Master 2 soeben von den Sensoren 13 eingelesen hat, in einer CAN-Botschaft an den Slave 3 übertragen. Ebenso werden die aktuellen Sensorikdaten x4(n), die der Salve 3 soeben von den Sensoren 13  
10 eingelesen hat, in einer CAN-Botschaft an den Master 2 übertragen. Somit stehen in beiden Steuergeräten 2, 3 sämtliche aktuellen Sensorikdaten x1(n) bis x4(n) und x5(m) zur Verfügung. In der darauffolgenden Zeitscheibe n+1 werden die aktuellen Sensorikdaten in die Schreib-Lese-  
15 Speicher 52, 63 des Master 2 und des Slave 3 übertragen, wo sie für die Abarbeitung der Computerprogramme zur Verfügung stehen.

Außerdem werden in der Zeitscheibe n+1 wieder aktuelle  
20 Sensorikdaten x1(n+1), x2(n+2) von dem Master 2 und aktuelle Sensorikdaten x3(n+1), x4(n+1) von dem Slave 3 unmittelbar von Sensoren 13 eingelesen und in den Zeitschlitz #0 und #1 über den CAN-Datenbus 4 an das jeweils andere Steuergerät 3; 2 übertragen, so dass zum  
25 nachfolgenden Zeitschlitz n+2 die aktuellen Sensorikdaten x1(n+1) bis x4(n+1) sowie x5(m) für die Abarbeitung der Computerprogramme zur Verfügung stehen. Die Sensorikdaten x5 werden nur in jeder fünften Zeitscheibe von dem Slave 3 eingelesen, also das nächste Mal wieder in der Zeitscheibe  
30 n+5.

## 10 Ansprüche

1. Verfahren zum Betreiben von mindestens zwei miteinander verbundenen Steuergeräten (2, 3), wobei die Steuergeräte (2, 3) auf Sensorikdaten (x1, ... x5) zugreifen und jeweils mindestens ein Computerprogramm zur Steuerung von Betriebsabläufen, insbesondere in einem Fahrzeug, abarbeiten und die Steuergeräte (2, 3) Synchronisationsinformationen austauschen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuergeräte (2, 3) das gleiche Computerprogramm zeitsynchron mit einem einstellbaren Zeitversatz (80) abarbeiten.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in den Steuergeräten (2, 3) die selben Sensorikdaten (x1, ... x5) zur Verfügung stehen.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuergeräte (2, 3) jeweils nur einen Teil aller Sensorikdaten (x1, ... x5) von Sensoren (13, 14) erhalten und die Steuergeräte (2, 3) Sensorikdaten (x1, ... x5) austauschen, so dass in jedem Steuergerät (2, 3) alle Sensorikdaten (x1, ... x5) zur Verfügung stehen.
- 30 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass in den einzelnen Steuergeräten (2, 3) mit der zeitsynchronen Abarbeitung der Computerprogramme

unter Zugriff auf die Sensorikdaten ( $x_1, \dots, x_5$ ) so lange gewartet wird, bis in jedem Steuergerät (2, 3) alle aktuellen Sensorikdaten ( $x_1, \dots, x_5$ ) zur Verfügung stehen.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Zeitversatz (80) in Abhängigkeit von der für den Austausch der Sensorikdaten ( $x_1, \dots, x_5$ ) zwischen den Steuergeräten (2, 3) benötigten Zeitdauer eingestellt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Zeitversatz (80) während des Betriebs der Steuergeräte (2, 3) eingestellt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Zeitversatz (80) in Abhängigkeit von der für den Austausch der Sensorikdaten ( $x_1, \dots, x_5$ ) zwischen den Steuergeräten (2, 3) benötigten Zeitdauer geregelt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Zeitversatz (80) in Abhängigkeit von der für den Austausch der Sensorikdaten ( $x_1, \dots, x_5$ ) zwischen den Steuergeräten (2, 3) benötigten Zeitdauer gedämpft eingestellt bzw. geregelt wird.

9. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Synchronisation der Steuergeräte (2, 3) allein durch den Austausch von Nutzdaten über die Datenübertragungsmittel (4) ohne die Übertragung gesonderter Synchronisationsinformationen ausgeführt wird.

10. Rechnersystem umfassend mindestens zwei miteinander verbundene Steuergeräte (2, 3) und ein die Steuergeräte (2, 3) verbindendes Datenübertragungsmedium (4) zum Austausch von Synchronisationsinformationen zwischen den

Steuergeräten (2, 3), wobei die Steuergeräte (2, 3) auf Sensorikdaten (x<sub>1</sub>, ... x<sub>5</sub>) zugreifen und jeweils mindestens ein Computerprogramm zur Steuerung von Betriebsabläufen, insbesondere in einem Fahrzeug, abarbeiten, **dadurch**

5 **gekennzeichnet**, dass die Steuergeräte (2, 3) das gleiche Computerprogramm zeitsynchron mit einem durch Einstellmittel einstellbaren Zeitversatz (80) abarbeiten.

11. Rechnersystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass eines der Steuergeräte als Master-Steuergerät (2) und 10 die übrigen Steuergeräte als Slave-Steuergeräte (3) definiert sind, wobei das Master-Steuergerät (2) Synchronisationsinformationen an die Slave-Steuergeräte (3) übermittelt.

12. Rechnersystem nach Anspruch 10, dadurch 15 gekennzeichnet, dass sich die Slave-Steuergeräte (3) nach dem Hochfahren des Rechnersystems automatisch auf die Zeitbasis des Master-Steuergeräts (2) aufsynchronisieren.

13. Rechnersystem nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass an die Steuergeräte (2, 3) 20 jeweils nur ein Teil der Sensoren (13, 14) angeschlossen ist, die Steuergeräte (2, 3) jeweils nur einen Teil aller Sensorikdaten (x<sub>1</sub>, ... x<sub>5</sub>) erhalten und die Steuergeräte (2, 3) über das Datenübertragungsmedium (4) Sensorikdaten (x<sub>1</sub>, ... x<sub>5</sub>) austauschen, so dass in jedem Steuergerät (2, 25 3) alle Sensorikdaten (x<sub>1</sub>, ... x<sub>5</sub>) zur Verfügung stehen.

14. Rechnersystem nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass in den einzelnen Steuergeräten (2, 3) Mittel vorgesehen sind, um mit der zeitsynchronen Abarbeitung der Computerprogramme unter Zugriff auf die 30 Sensorikdaten (x<sub>1</sub>, ... x<sub>5</sub>) so lange zu warten, bis in jedem Steuergerät (2, 3) alle aktuellen Sensorikdaten (x<sub>1</sub>, ... x<sub>5</sub>) zur Verfügung stehen.

15. Rechnersystem nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Steuergerät (2, 3) unterteilt ist in eine Hardware-Ebene (5), eine Hardwaredtreiber-Ebene (6) und eine Anwendungssoftware-Ebene (7), wobei das Computerprogramm zur Steuerung von Betriebsabläufen in der Anwendungssoftware-Ebene (7) abläuft und die Übertragung der Sensorikdaten ( $x_1, \dots, x_5$ ) unabhängig von der Anwendungssoftware-Ebene (7) in der Hardwaredtreiber-Ebene (6) abläuft.

10 16. Rechnersystem nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoren (13, 14) den Steuergeräten (2, 3) derart zugeordnet und an den ihnen jeweils zugeordneten Steuergeräten (2, 3) angeschlossen sind, dass sich während des Betriebs des Rechnersystems auf 15 dem Datenübertragungsmedium (4) in beide Übertragungsrichtungen eine im zeitlichen Mittel im wesentlichen gleichmäßige Auslastung ergibt.

17. Rechnersystem nach einem der Ansprüche 9 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenübertragung über das 20 Datenübertragungsmedium (4) nach dem CAN (Controller Area Network)-Protokoll erfolgt.

1 / 7

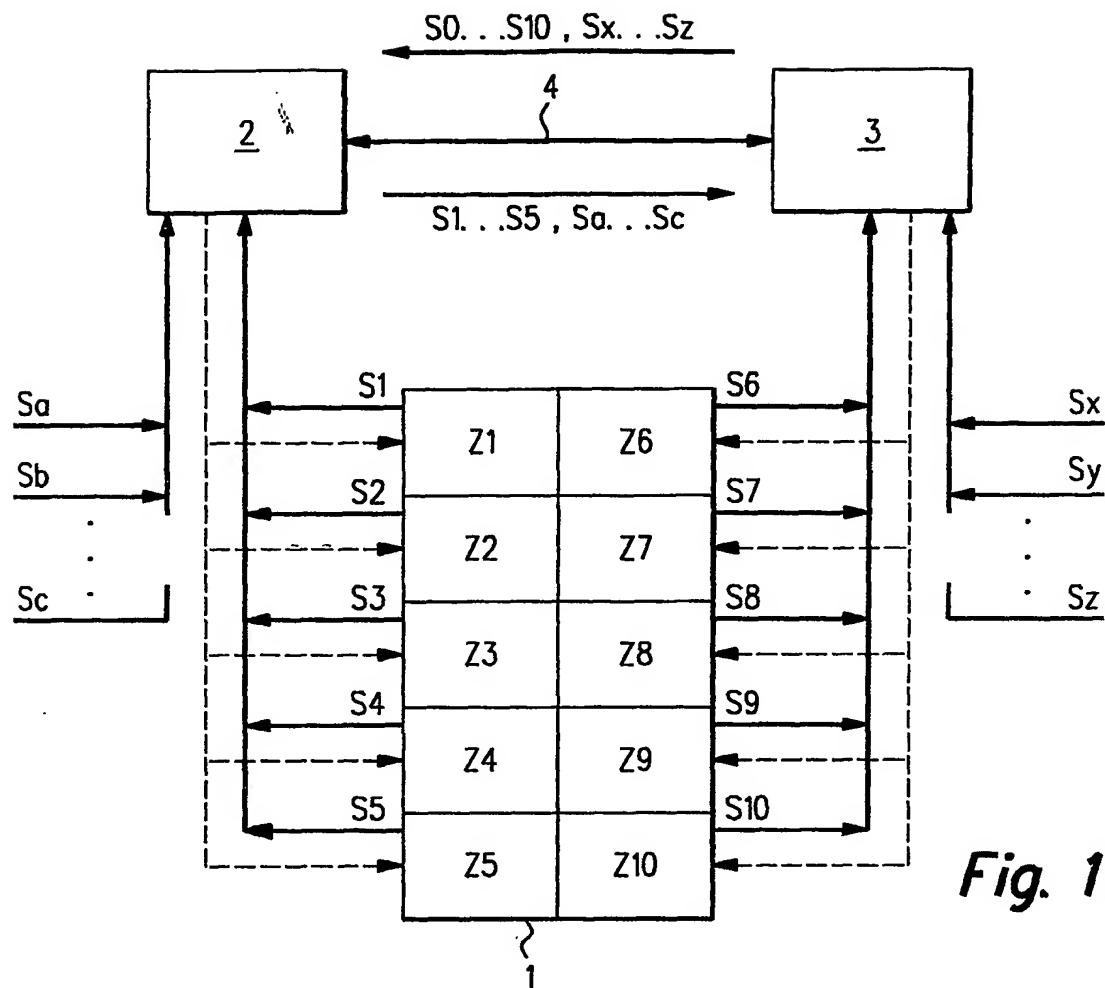


Fig. 1

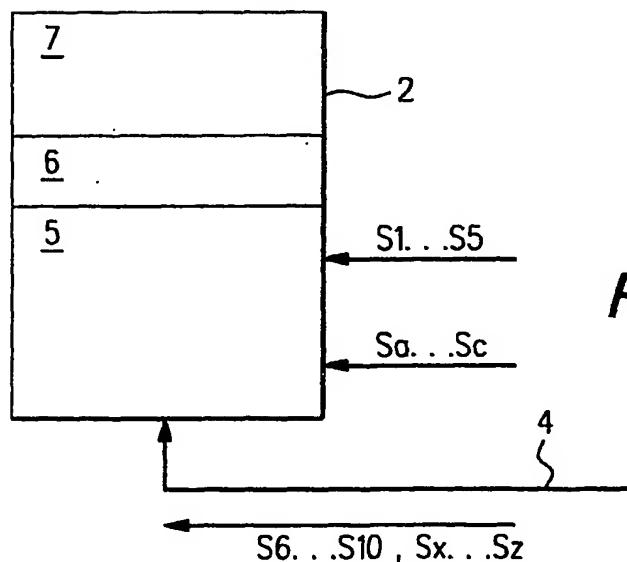
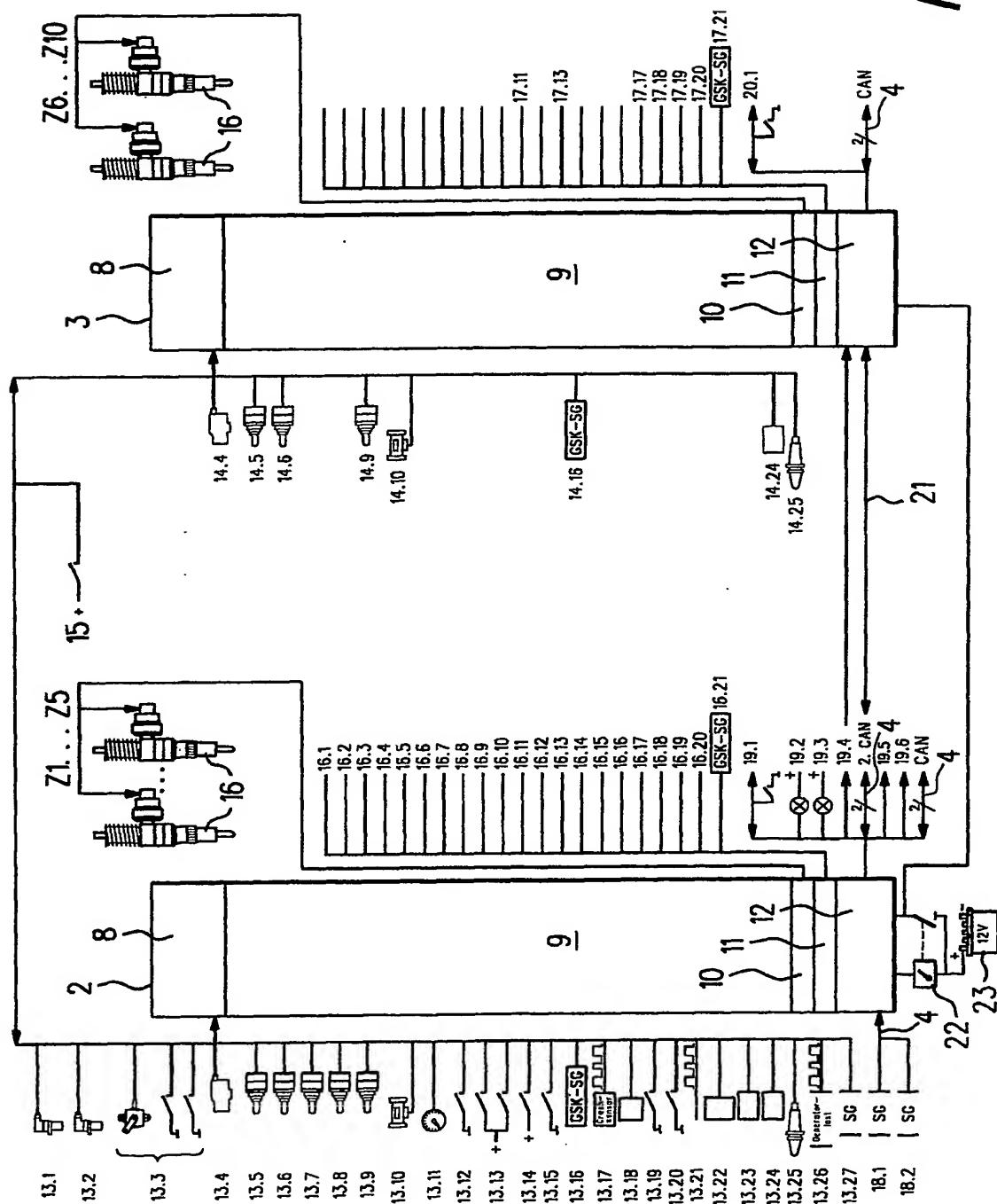


Fig. 2

2 / 7

Fig. 3



3 / 7

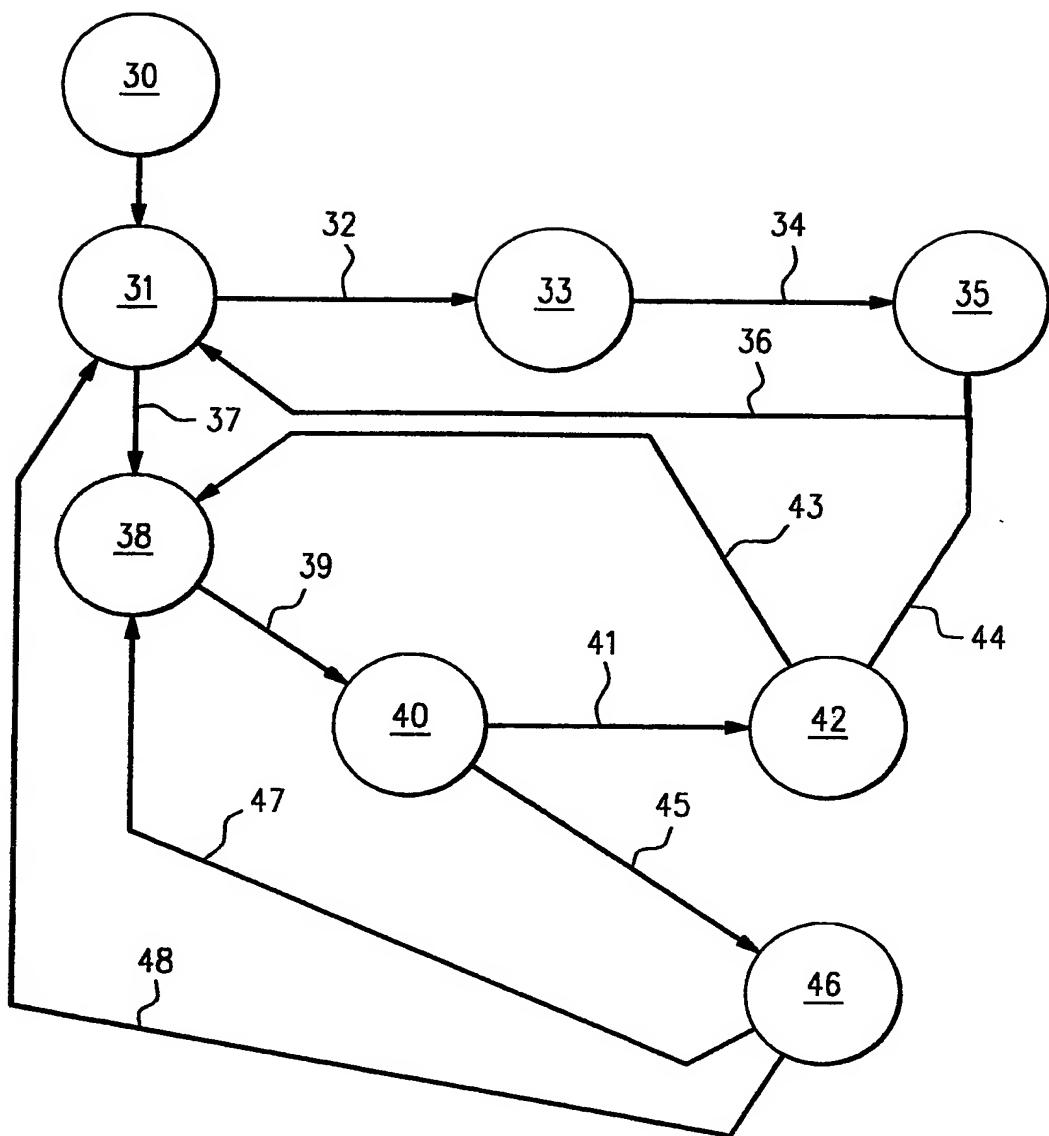
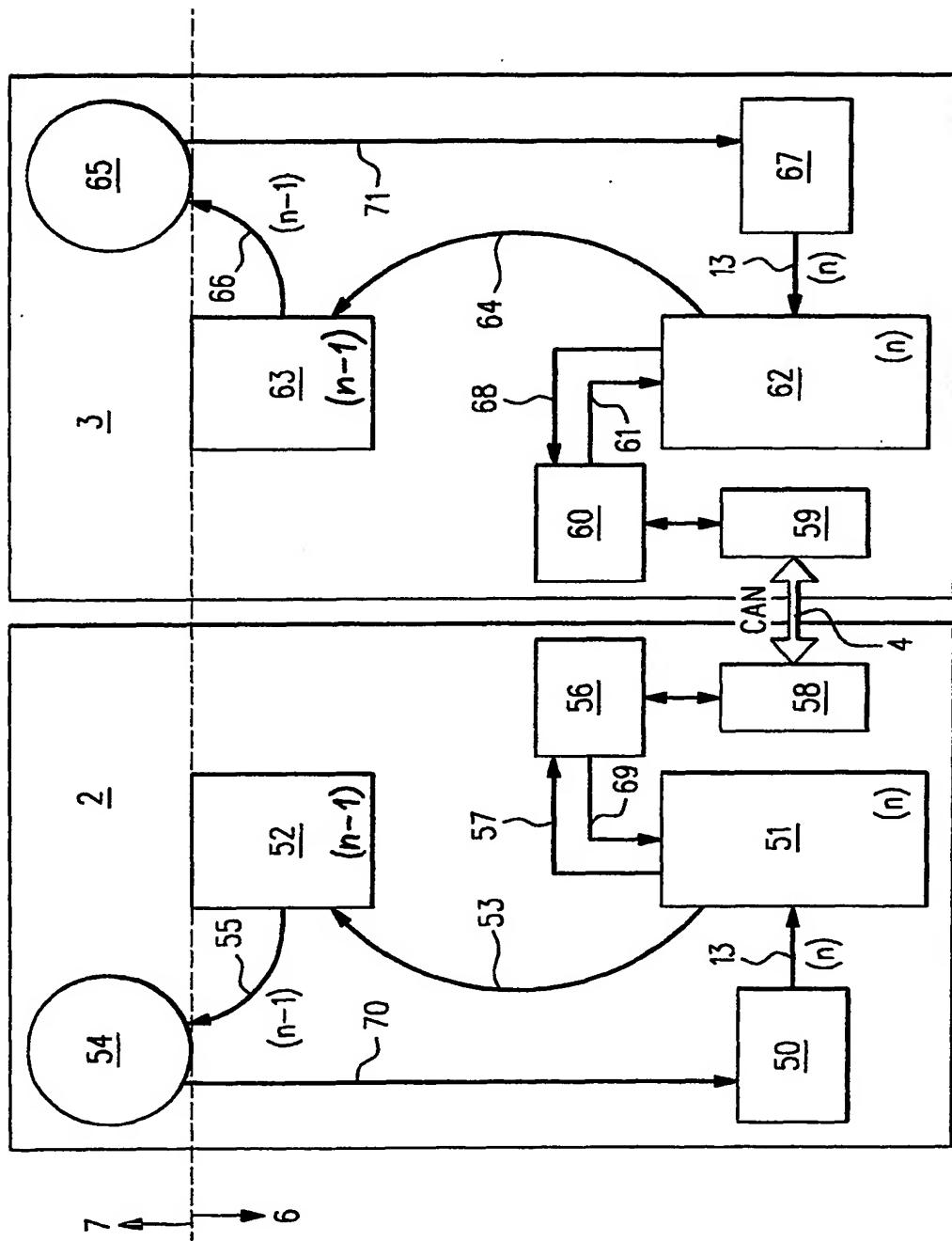


Fig. 4

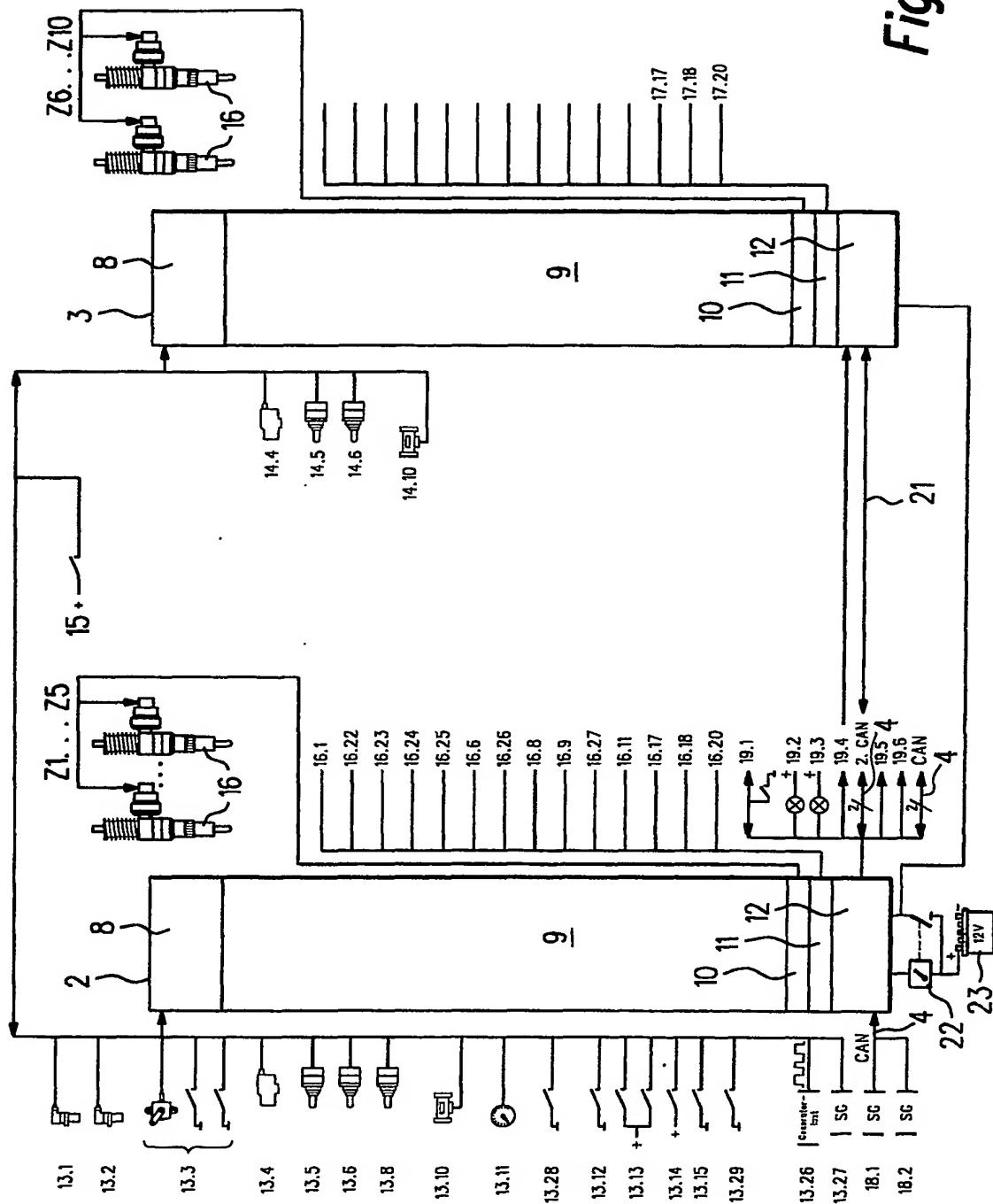
4 / 7

Fig. 5



5 / 7

Fig. 6



6 / 7

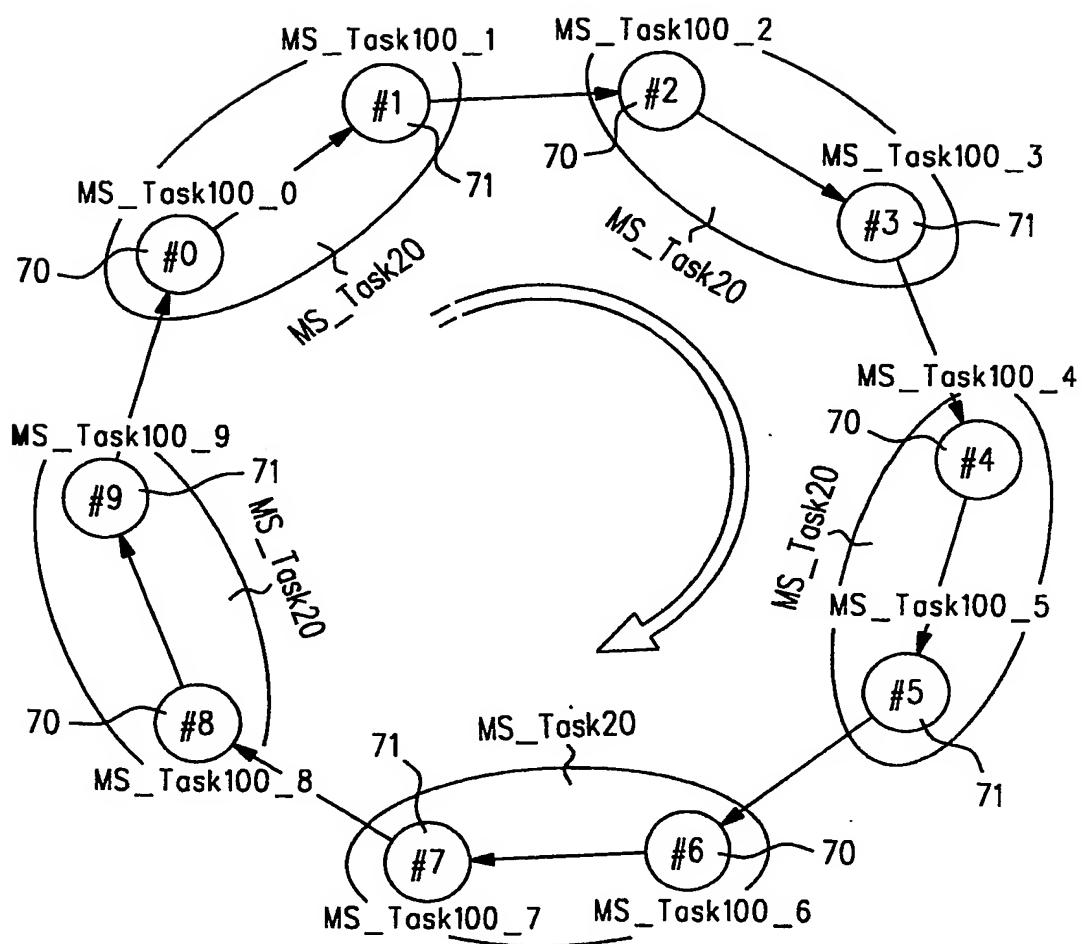


Fig. 7

7 / 7

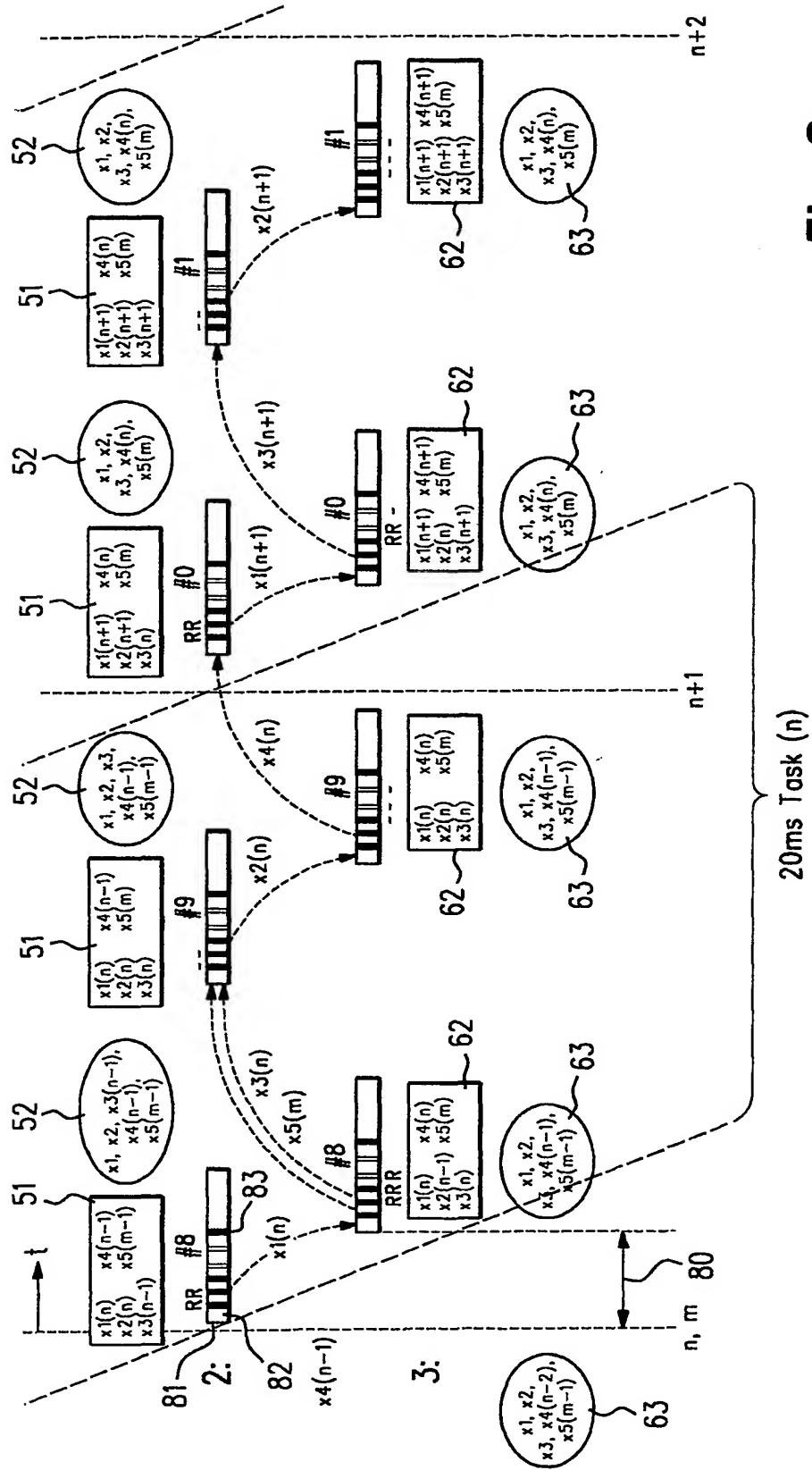


Fig. 8

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/10285

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G05B19/042

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 G05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 44 08 488 A (BOSCH GMBH ROBERT) 21 September 1995 (1995-09-21) column 1, line 41 -column 2, line 50 abstract ----	1-17
A	DE 196 25 195 A (SIEMENS AG) 2 January 1998 (1998-01-02) column 1, line 3 -column 2, line 65 claim 1 ----	1-17
A	DE 199 57 551 A (SIEMENS AG) 21 June 2001 (2001-06-21) column 2, line 5 -column 4, line 44 ----	1-17
A	DE 100 48 780 A (BOSCH GMBH ROBERT) 18 April 2002 (2002-04-18) paragraph '0007! - paragraph '0016! claim 1 ----	1-17

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

5 February 2004

17/02/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hasubek, B

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International Application No

PCT/EP 03/10285

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
DE 4408488	A	21-09-1995		DE 4408488 A1 WO 9525024 A1 DE 59500287 D1 EP 0701515 A1 JP 8510625 T US 5748923 A		21-09-1995 21-09-1995 10-07-1997 20-03-1996 05-11-1996 05-05-1998
DE 19625195	A	02-01-1998		DE 19625195 A1 AT 192583 T CN 1228173 A WO 9750024 A1 DE 59701592 D1 EP 0907912 A1 ES 2146474 T3 JP 2000513468 T KR 2000022171 A US 6356795 B1		02-01-1998 15-05-2000 08-09-1999 31-12-1997 08-06-2000 14-04-1999 01-08-2000 10-10-2000 25-04-2000 12-03-2002
DE 19957551	A	21-06-2001		DE 19957551 A1 WO 0140913 A1 EP 1242861 A1 JP 2003515835 T US 2002167419 A1		21-06-2001 07-06-2001 25-09-2002 07-05-2003 14-11-2002
DE 10048780	A	18-04-2002		DE 10048780 A1 FR 2816721 A1 IT MI20011983 A1 JP 2002206454 A US 2002111716 A1		18-04-2002 17-05-2002 29-03-2002 26-07-2002 15-08-2002

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/10285

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 G05B19/042

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 G05B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 44 08 488 A (BOSCH GMBH ROBERT) 21. September 1995 (1995-09-21) Spalte 1, Zeile 41 -Spalte 2, Zeile 50 Zusammenfassung ---	1-17
A	DE 196 25 195 A (SIEMENS AG) 2. Januar 1998 (1998-01-02) Spalte 1, Zeile 3 -Spalte 2, Zeile 65 Anspruch 1 ---	1-17
A	DE 199 57 551 A (SIEMENS AG) 21. Juni 2001 (2001-06-21) Spalte 2, Zeile 5 -Spalte 4, Zeile 44 ---	1-17
A	DE 100 48 780 A (BOSCH GMBH ROBERT) 18. April 2002 (2002-04-18) Absatz '0007! - Absatz '0016! Anspruch 1 -----	1-17

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchebericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts
5. Februar 2004	17/02/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hasubek, B

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/10285

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 4408488	A	21-09-1995		DE 4408488 A1 WO 9525024 A1 DE 59500287 D1 EP 0701515 A1 JP 8510625 T US 5748923 A		21-09-1995 21-09-1995 10-07-1997 20-03-1996 05-11-1996 05-05-1998
DE 19625195	A	02-01-1998		DE 19625195 A1 AT 192583 T CN 1228173 A WO 9750024 A1 DE 59701592 D1 EP 0907912 A1 ES 2146474 T3 JP 2000513468 T KR 2000022171 A US 6356795 B1		02-01-1998 15-05-2000 08-09-1999 31-12-1997 08-06-2000 14-04-1999 01-08-2000 10-10-2000 25-04-2000 12-03-2002
DE 19957551	A	21-06-2001		DE 19957551 A1 WO 0140913 A1 EP 1242861 A1 JP 2003515835 T US 2002167419 A1		21-06-2001 07-06-2001 25-09-2002 07-05-2003 14-11-2002
DE 10048780	A	18-04-2002		DE 10048780 A1 FR 2816721 A1 IT MI20011983 A1 JP 2002206454 A US 2002111716 A1		18-04-2002 17-05-2002 29-03-2002 26-07-2002 15-08-2002